



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FINAL DE GRAU

TÍTOL: Sistema de creació modular de prestatgeries

AUTORS: Batllori Cornudella, Joan

DATA DE PRESENTACIÓ: Gener, 2017

COGNOMS: Batllori Cornudella

NOM: Joan

TITULACIÓ: Enginyeria en disseny industrial i desenvolupament de producte

PLA:

DIRECTOR: Joan Josep Aliau Pons

DEPARTAMENT: Expressió gràfica a l'enginyeria

QUALIFICACIÓ DEL TFG

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: ☐ **Sí** ☐ **No**

RESUM

El projecte va començar amb la intenció de crear un producte amb infinitat de possibilitats de modulació a partir de diferents peces i, fins i tot, aconseguir una estructura independent de la paret. Al iniciar el projecte però, es va veure un objectiu massa ambiciós des de el punt de partida del qual es començava i al pensar en les eines que permetessin portar això a terme va sorgir el desenvolupament del sistema que es presenta en aquest projecte: un sistema de muntatge que permet crear, a partir del producte inicial que també ha evolucionat en aquest projecte, una gama de productes que sigui modular, adaptable, polivalent i personalitzable, amb la possibilitat d'ampliar-ho o reorganitzar-ho a plaer.

Per portar això a terme, es comença definint un marc de referència i una frase d'utilitat. A partir d'aquí, s'analitzen totes les funcions que ha de tenir el producte i totes les seves parts. A més a més, també s'analitzen els diferents usuaris que interactuaran amb el producte i la incidència de cadascun d'ells.

Paral·lelament, també es realitza una enquesta a diferents usuaris potencials per rebre més informació sobretot de personalització i l'ús que se li donaria al prestatge. També es va donar la opció de que els enquestats donessin la seva opinió respecte al producte inicial per veure el grau d'acceptació que tenia aquest nou concepte a desenvolupar.

Amb tota aquesta informació es redacta un quadre funcional, s'avalua i es consideren una sèrie de precedents i antecedents per poder comparar les característiques del producte.

A partir del precedents trobats, es realitza un estudi de mercat per conèixer que hi ha al mercat, quines són les tendències més innovadores i quins són els líders del mercat i poder avaluar les funcions d'aquests precedents, comparar-les amb els productes a dissenyar i poder trobar aquelles que poden donar més valor al producte final.

Amb això es defineixen una sèrie de forats que defineixen quin tipus de concepte hauria de seguir el desenvolupament. Va ser en aquests moments quan es va veure la necessitat de no dissenyar un producte, sinó de dissenyar un sistema de creació que permetés crear el producte que es volia. La finestra doncs va estar clara i després de realitzar un Mindmap per organitzar tota la informació trobada es va redactar un brífing amb tota la informació necessària per definir com havia de ser aquest sistema.

A partir d'aquest brífing ja es va començar a pensar en el desenvolupament del sistema:

- A la fase conceptual es va treballar sobre la seqüència d'ús del sistema i de l'actual seqüència de muntatge del producte inicial per conèixer-lo i poder millorar-lo mitjançant un storyboard. A partir d'aquí, es va portar a terme un brainstorming per trobar solucions per aplicar les noves característiques i resoldre els problemes actuals
- A la fase funcional es van aplicar les solucions decidides. Mentre el sistema prenia forma, també es van portar a terme millores estructurals i es va redissenyar el sistema de fixació. Al final es va realitzar una maqueta en 3D per obtenir informació per analitzar l'ús del sistema i la interacció amb l'usuari.
- A la fase formal, es va realitzar una anàlisi antropomètrica per determinar les proporcions de les peces que interactuaven amb l'usuari i es va definir la morfologia del producte.
- A la fase tècnica es va portar a terme una anàlisi resistiva per comprovar que la geometria dels reforços les peces era la correcta i suportava un pes determinat.
- A la fase final només va quedar treballar en la distribució del producte assignant referències a cadascuna de les peces, muntatges i subconjunts i realitzar un nou manual de muntatge per ajudar a l'explicació del sistema.

Per finalitzar el projecte, a partir de la informació cercada a l'estudi de mercat es va posicionar el producte respecte als possibles competidors i es va fer una estimació dels costos de fabricació, així com també valorar la viabilitat del producte. Gràcies a això es van poder determinar estratègies per aconseguir reduir el cost del producte i fer-lo més competitiu en futures revisions.

Paraules clau (màxim 10):

Prestatgeria	Modulabilitat	Sistema	Muntatge
Polivalència	Personalització	Estètica	Funcionalitat
STANTA	<i>Shelves Cam</i>		

ABSTRACT

The project began with the intention of creating a product with infinite possibilities of modulation from different pieces and even achieving an independent structure of the wall. When initiating the project, however, an ambitious goal was seen from the point of departure that began and when thinking of the tools that allowed to carry it out, the development of the system that appears in this project arose: an assembly system that allows you to create, from the initial product that has also evolved in this project, a range of products that is modular, adaptable, versatile and customizable, with the possibility of expanding it or reorganizing it to pleasure.

To carry it out, it begins by defining a reference framework and a utility phrase. From here, we analyse all the functions that the product and all its parts must have. In addition, the different users that will interact with the product and the impact of each one of them will also be analysed.

At the same time, there is also a survey of different potential users to receive more information about personalization and the use that would be given to the shelf. It was also given the option for respondents to give their opinion about the initial product to see the degree of acceptance that this new concept had to develop.

With all this information a functional chart is written, evaluated and considered a series of precedents and backgrounds to be able to compare the characteristics of the product.

Based on the precedents found, a market study is carried out to find out what is on the market, what are the most innovative trends and what are the market leaders and to evaluate the functions of these precedents, compare them with the products in Design and be able to find those that can give more value to the final product.

This defines a series of holes that define what type of concept should follow development. It was at this time when there was a need to not design a product, but to design a creation system that would allow the creation of the desired product. The window was clear and after performing a Mindmap to organize all the information found, a compilation was written with all the information necessary to define how this system should be.

From this briefing one already began to think about the development of the system:

- In the conceptual phase we worked on the sequence of use of the system and the current sequence of assembly of the initial product to know it and to improve it through a storyboard. From here, brainstorming was carried out to find solutions to apply new features and solve current problems.
- The resolute solutions were applied to the functional phase. While the system took shape, structural improvements were also carried out and the fixing system redesigned. In the end, a 3D model was made to obtain information to analyse the use of the system and the interaction with the user.
- In the formal phase, an anthropometric analysis was performed to determine the proportions of the pieces that interacted with the user and the morphology of the product was defined.
- In the technical phase, a resistive analysis was carried out to verify that the geometry of the reinforcements was correct and the weight was determined.
- In the final phase, only remain to work on the distribution of the product by assigning references to each of the pieces, assemblies and sub-assemblies and performing a new assembly manual to help explain the system.

To complete the project, based on market research information, the product was positioned with regard to potential competitors, an estimate of the manufacturing costs was made, as well as evaluating the feasibility of the product. Thanks to this, strategies could be identified to reduce the cost of the product and make it more competitive in future revisions.

Keywords (10 maximum):

Shelf	Modulability	System	Assembly
Versatility	Personalization	Aesthetics	Functionality
STANTA	Shelves Cam		

SUMARI

1. INTRODUCCIÓ	9
1.1. DEFINICIÓ D'OBJECTIU	9
2. ESTUDI INICIAL	11
2.1. MARC DE REFÈRENCIA	11
2.1.1. FRASE D'UTILITAT	11
2.2. FUNCIONALITAT	12
2.3. ÚS I USUARI	14
2.3.1. CADENA D'USUARIS	14
2.3.2. CARACTERÍSTIQUES DIFERENCIALS	15
2.3.3. ESTUDI DE LES NECESSITATS DE L'USUARI FINAL	20
2.4. QUADRE FUNCIONAL	27
2.4.1. AVALUACIÓ QUADRE FUNCIONAL	29
2.5. PRECEDENTS I REFERENTS	30
2.5.1. PRECEDENTS	30
2.5.2. REFERENTS	31
2.5.3. ESTAT DE L'ART	32
2.5.4. AVALUACIÓ DE PRECEDENTS	45
2.6. FORATS I FINESTRES	46
2.6.1. FORATS	46
2.6.2. FINESTRES	46
2.6.3. MINDMAP	48
2.7. SELECCIÓ FINESTRA	50
2.8. BRIEFING	56
3. PROPOSTA CONCEPTUAL	58
3.1. STORYBOARD	58
3.1.1. SEQÜÈNCIA D'ÚS	58
3.1.2. SEQÜÈNCIA DE MUNTATGE	61
3.2. BRAINSTORMING	63
3.2.1. RECULL IDEES USUARIS	63
3.2.2. POSSIBILITATS PRODUCTE INICIAL	64
3.2.3. POSSIBLES SOLUCIONS	66
3.2.4. SOLUCIONS A DESENVOLUPAR	72

4. PROPOSTA FUNCIONAL	73
4.1. PROCÉS DE DESENVOLUPAMENT	73
4.1.1. FASE 1. DISSENY NOU SISTEMA DE BALDES	74
4.1.2. FASE 2. MILLORES ESTRUCTURALS	87
4.1.3. FASE 3. REDISSENY SISTEMA FIXACIÓ ESTRUCTURA	95
4.2. MAQUETA 3D PER DOCUMENTAR L'ÚS	102
4.2.1. MODIFICACIONS POST-MAQUETA	106
4.3. ANÀLISI D'ÚS. INTERACCIÓ AMB L'USUARI	108
5. PROPOSTA FORMAL	109
5.1. ANÀLISI ANTROPOMÈTRICA	109
5.1.1. ANÀLISI PRELIMINAR	110
5.1.2. ANÀLISI I CONCLUSIONS	114
5.2. DESCRIPCIÓ MORFOLÒGICA DEL PRODUCTE	118
5.2.1. COLOR&TRIM	120
6. PROPOSTA TÈCNICA	121
6.1. DESGLOSAMENT PARTS	121
6.1.1. ELEMENTS DE FIXACIÓ	122
6.1.2. ELEMENTS ESTRUCTURALS	123
6.1.3. ELEMENTS DE SUBJECCIÓ	124
6.1.4. ELEMENTS NORMALITZATS	126
6.1.5. MATERIALS	128
6.1.6. ACABATS	131
6.1.7. NORMATIVA	133
6.2. ANÀLISI RESISTIVA (CAE)	135
6.2.1. ANÀLISI PRÈVIA	135
6.2.2. RESTRICCIONS I CÀRREGUES	136
6.2.3. RESULTATS I CONCLUSIONS	139
7. PROPOSTA FINAL	146
7.1. AGRUPACIÓ SUBCONJUNTS	146
7.1.1. DEFINICIÓ REFERÈNCIES	150
7.2. ERGONOMIA. MANUAL DE MUNTATGE	152
7.3. ANÀLISI MEDI AMBIENTAL	154

8. PRESSUPOST	155
8.1. POSICIONAMENT AL MERCAT	155
8.2. ESCANDALL	160
8.2.1. INVERSIÓ INICIAL I COST DE FABRICACIÓ	160
8.2.2. COMPTE DE RESULTATS	163
8.2.3. AMORTITZACIÓ	164
8.3. ESTRATÈGIES PER LA REDUCCIÓ DE COSTOS	166
9. CONCLUSIONS	167
9.1. POSSIBLES MILLORES	167
AGRAÏMENTS	168
BIBLIOGRAFIA	169

SUMARI DE FIGURES

Figura 1. Exemple de prestatgeria creada amb canonades antigues	32
Figura 2. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie LIXHULT	41
Figura 3. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie KALLAX	42
Figura 4. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie EKET	42
Figura 5. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie ALGOT	43
Figura 6. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie SVALNÄS	43
Figura 7. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie ELVARLI	44
Figura 8. Mostra reduïda del Mindmap. Imatge completa a Annexes.	48
Figura 9. Storyboard d'ús	58
Figura 10. Seqüència de muntatge del producte inicial	61
Figura 11. Recull de les idees donades pels enquestats	63
Figura 12. Esquema de possibilitats generals del producte	64
Figura 13. Propostes específiques de desenvolupament	65
Figura 14. Possibles solucions a aplicar	66
Figura 15. Sistema retràctil sostre-terra	67
Figura 16. Fixador Balda	68
Figura 17. Fixació Eix	69
Figura 18. Primera idea de balda rotativa amb dos punts de suport	70
Figura 19. Segona idea de balda rotativa	70
Figura 20. Balda extraïble	71
Figura 21. Balda Multiposició	71
Figura 22. Primeres impressions amb la impressora de la universitat	103
Figura 23. Fotografies maqueta final	105
Figura 24. Mesures orientatives segons el bibliografia	109
Figura 25. Maniquins utilitzats per realitzar l'estudi antropomètric	112
Figura 26. Comparativa Maniquins - Producte	113
Figura 27. Comparativa posició del polze	114
Figura 28. Interacció Home P95 amb el polsador	114
Figura 29. Interacció Dona P5 amb el polsador	115
Figura 30. Gràfica representativa del criteri de Von Mises i la fórmula que s'utilitza	139
Figura 31. Representació exagerada de la deformació del suport al aplicar les càrregues que suporta	141
Figura 32. Nova representació de la deformació del suport amb els canvis realitzats	142
Figura 33. Representació exagerada de la deformació de l'ancoratge al aplicar les càrregues que suporta	144
Figura 34. Nova representació de la deformació de l'ancoratge amb els canvis realitzats	145
Figura 35. Classificació de les peces per subconjunts	149
Figura 36. Esquema del mapa de posicionament	156
Figura 37. Posicionament dels productes competidors	157
Figura 38. Representació del posicionament dels productes d'IKEA	158
Figura 39. Posicionament del producte	159
Figura 40. Possible ubicació de la gama de productes del nou sistema	159

1. INTRODUCCIÓ

Va ser al segon any de grau quan un grup d'estudiants vam crear una prestatgeria modular inspirada en un arbre de lleves. Aquesta prestatgeria constava d'una columna central d'alumini a la qual s'incorporaven els prestatges en forma de lleva que podien rotar sobre l'eix central. Les subjeccions dissenyades també permetien fixar la prestatgeria per dos punts a escollir entre el terra, el sostre i/o la paret. El producte començava a agafar forma. Van quedar molts aspectes a polir, però aquí naixia un producte que m'acompanyaria durant tot el grau.

A tercer, amb un grup diferent d'estudiants, vam tornar a treballar amb aquest producte ara per crear la imatge gràfica del mateix: logotips, nom d'empresa i nom comercial del producte. També es van fer uns plafons per presentar-lo i donar-lo a conèixer.

Al següent quadrimestre del mateix any, el disseny del producte va ser millorat substancialment mitjançant diferents eines que vam treballar. Es van detectar i corregir errors, es van millorar peces, es van perfeccionar les unions i es va redissenyar tot el conjunt amb l'objectiu de reduir de costos de fabricació i facilitar el muntatge. Però tot i així, al producte encara li faltaven coses per treballar.

Ara, al arribar a quart i pensar en un tema per treballar al meu projecte de final de grau, he recordat aquell prestatge que es va quedar a mitges, amb moltes coses per treballar i sobretot en les possibilitats del seu sistema de muntatge, la seva part més innovadora i la que podria oferir possibilitats que encara no s'han considerat.

1.1. DEFINICIÓ D'OBJECTIU

Aquest treball partirà d'aquest primer disseny, que es va quedar en una fase conceptual, i treballarà sobre ell per crear un producte complet. Es proposarà un disseny revisat i millorat des del punt de vista de la fabricació i de l'optimització de costos per fer-lo viable, partint d'un estudi d'usuaris i del mercat, utilitzant un anàlisi resistiva que justificarà l'elecció de materials, geometries i estètica, tot acabant amb un treball logístic de nomenclatura i packaging com si el producte anés a sortir al mercat.

Per realitzar aquest desenvolupament, l'estudi que es portarà a terme es dividirà en 3 parts ben diferenciades.

Primerament es realitzarà un brífing per establir com ha de ser aquest producte: Es definirà un marc de referència inicial, d'on sorgiran una sèrie de funcions que el producte hauria de complir. Per altra banda, s'analitzaran els usuaris que tindran contacte amb el producte, posant especial èmfasi en el client final, els quals realitzarien una enquesta per esbrinar la seva opinió respecte al producte i sobretot per obtenir informació sobre defectes o mancances que pugui tenir el disseny de partida. A partir d'aquest anàlisi de l'usuari també es definiran unes característiques que afectaran directament al producte. Amb aquesta informació es redactarà un quadre funcional que organitzarà totes les funcions del producte. Mitjançant un treball de precedents i referents, s'analitzarà l'estat de l'art per esbrinar que hi ha al mercat i, comparant-lo amb les necessitats del client, es realitzarà un mindmap que connecti tota aquesta informació i defineixi una direcció de disseny del producte. Amb tota aquesta informació ja es podran definir diverses vies de treball.

Una segona part treballarà diferents aspectes del producte, dissenyant-lo i perfeccionant-lo seguint un ordre de 5 propostes, cada una d'elles utilitzant les

conclusions extretes de la proposta anterior i apropant cada cop més el projecte cap al producte final:

- A la fase conceptual, mitjançant un brainstorming es focalitzarà quines opcions hi ha per resoldre problemàtiques que hagin pogut sorgir i es farà una valoració sobre vies de treball cap a la direcció escollida. A més, també es realitzarà un storyboard que recollirà les necessitats d'ús i el funcionament de les solucions escollides.
- A la fase funcional es definiran les funcions de la solució escollida i s'analitzaran amb l'ús i la interacció que pugui tenir l'usuari. Amb una petita maqueta es comprovarà aquesta connexió usuari – producte.
- A la fase formal, i a partir de la informació d'interacció amb l'usuari, es definiran les mesures a partir d'un anàlisi antropomètric i ergonòmic del producte. Amb aquesta base es descriurà la morfologia final, els colors i textures a utilitzar, es realitzaran els primers plànols i les primeres imatges renderitzades del producte.
- Amb aquesta informació es procedirà als aspectes més tècnics de la solució i del producte sencer amb una proposta tècnica. Amb un anàlisi resistiva d'elements finits es comprovarà que les mesures definides són correctes per suportar els esforços al qual estarà sotmès el producte. Es classificaran les parts segons la seva funció i s'estudiaran maneres per reduir el seu cost i minimitzar el seu impacte al medi ambient.
- Amb tot això ja es podrà definir la proposta final, on s'agruparan les diferents peces en conjunts o subconjunts i es crearà un sistema de referències per poder classificar aquests conjunts per a la seva venda.

A la part final, un cop el producte estigui definit completament, s'analitzarà la seva viabilitat realitzant un pressupost global i s'extrauran les conclusions de l'estudi.

2. ESTUDI INICIAL

Abans de dissenyar res, es fa un estudi inicial per enfocar el producte a partir d'un marc de referència, estudiant les funcionalitats del producte, observant l'ús que realitzaran els usuaris i avaluant-ho en un quadre funcional es podrà redactar, després d'analitzar el mercat i les possibles oportunitats del producte, un brífing que reculli els requeriments finals del producte.

2.1. MARC DE REFÈRENCIA

Per arribar a redactar un brífing que englobi totes les característiques i funcionalitats del producte s'ha utilitzat una metodologia molt pautada per tenir en compte cada detall important i aconseguir obtenir un bon brífing.

Per poder tenir presents totes les funcionalitats del producte i poder valorar-les, es planteja una frase d'utilitat que intenti, amb poques paraules, definir perfectament tots els àmbits del producte, i a partir d'aquí desenvolupar totes les funcions del mateix.

Com a ajuda, partim d'una pauta de tres conceptes: Subjecte, acció i predicat; que exposaria el què, el per què i el com del producte.

Subjecte	Acció	Predicat (Què, Per què, Com)
Usuari domèstic	Adaptació a l'entorn i a l'objecte	Sistema de mòduls. Mobilitat. Moviment. Canvi de mòduls amb facilitat.

2.1.1. FRASE D'UTILITAT

Per crear la frase d'utilitat, es parteix del títol d'aquest projecte com a ajuda:

- Sistema de creació modular en prestatgeries.

A partir d'aquesta frase s'introdueixen més conceptes amb la idea clara sobre qui serà el subjecte, quina acció permetrà el producte fer al subjecte i de quina manera ho aconseguirà.

- Sistema de mòduls que formi una estructura que es pugui utilitzar com a prestatgeria i permeti a qualsevol usuari domèstic adaptar aquesta estructura a l'espai disponible i a l'objecte que es col·loqui a sobre mitjançant el canvi o el moviment de cada un dels mòduls.

Per últim, obtenint ja la frase final, es divideix aquesta en diferents parts i s'amplien definicions, es milloren les explicacions i s'incorporen de noves per acabar de redactar una frase que defineixi per complet el producte:

- Sistema integrat en un element estructural d'estètica no industrial, robust, fàcil de muntar i amb el mínim número de components d'unió (maximitzant la unió integrada entre les peces); que permeti col·locar, subjectar o contenir objectes amb el valor afegit de poder adaptar-se a l'espai on es vulgui col·locar gràcies a la recol·locació de les seves peces o el moviment de les mateixes sense la utilització d'eines; format per les mínimes peces diferents possibles però oferint una gran personalització i que desmuntat ocupi el mínim espai possible per a facilitar el transport.

2.2. FUNCIONALITAT

A partir d'aquest marc de referència i la frase d'utilitat, el sistema hauria de tenir les següents funcions, dividides segons els diferents components que a priori hauria de tenir:

Referent al sistema en general

- El sistema ha de tenir un disseny neutre, evitant que es pugui associar a un tipus d'usuari, espai o funció determinada.
- Les peces del sistema han de poder suportar un pes similar al que suporta un prestatge no industrial qualsevol.
- El sistema d'unió ha d'estar dissenyat per a que l'estructura doni sensació de robustesa.
- El moviment de les peces no ha de produir sorolls molestos o estridents.
- El sistema d'unió ha de permetre el moviment de les peces un cop l'estructura estigui muntada.

Referent a les baldes

- Les baldes han d'adaptar-se o estar adaptades a qualsevol tipus d'objecte amb el que hagin d'interactuar (baldes polivalents multi objecte).
- El sistema ha de permetre intercanviar una balda segons l'objecte amb el que s'hagi d'interactuar (Baldes específiques a un tipus d'objecte concret).

Referent a l'estructura

- Els components estructurals, o la combinació dels mateixos, han de permetre obtenir diferents posicions de les baldes.
- L'estructura ha de poder desmuntar-se parcialment per intercanviar peces sense haver de desmuntar el sistema completament.

Referents a les unions

- Les peces han de portar integrat el seu sistema d'unió amb altres peces, sempre que sigui possible.
- El sistema ha de poder muntar-ho una sola persona.
- Les peces han de poder muntar-se sense eines.
- La unió de les peces ha de ser universal entre elles.

Referents a les subjeccions

- El sistema ha de donar la possibilitat de poder subjectar el conjunt sense malmetre l'espai on anirà col·locat.

Referent als materials

- Les peces visibles de l'estructura han de poder oferir-se en diferents materials (si amb una capa superficial no s'aconsegueix satisfer les necessitats estètiques dels clients).
- Els materials utilitzats a les peces han de poder oferir diferents textures i colors.

Referent a l'usuari

- Les peces han d'estar dissenyades pensant que l'usuari interactuarà més de l'habitual amb elles (les muntarà amb les mans i seran mogudes).
- El muntatge ha de ser fàcil i intuïtiu.
- Les peces que puguin sobresortir de l'estructura han d'estar dissenyades per minimitzar els danys d'un possible cop o xoc amb qualsevol usuari.

Referent a l'espai

- El sistema ha d'oferir diferents alternatives per adaptar-se a qualsevol espai raonable on es vulgui muntar.
- El moviment de les peces (en un primer moment o la combinació de les peces estructurals si fos necessari) ha de permetre adaptar-se a qualsevol canvi que es produeixi a l'espai on està muntat el conjunt.

Referent a la fabricació

- El disseny de les peces ha de minimitzar, en al mesura del possible, que qualsevol operari pugui prendre mal manipulant qualsevol de les peces en el moment de la seva fabricació (evitant treballs manuals, manipulació de peces no acabades o amb vores sense arrodonir, manipulació excessiva d'una peça...).

Referent al transport

- El sistema d'unió ha de permetre desmuntar qualsevol estructura, per gran que sigui, en peces petites.
- El packaging ha d'estar optimitzat per transportar el màxim de sistemes possibles en el mínim espai necessari.
- El sistema s'ha de poder transportar en qualsevol mitjà de transport que el client pugui utilitzar.

Referent al manteniment

- El sistema ha d'evitar tenir mecanismes fràgils.
- L'estructura ha de permetre un manteniment eficaç i ràpid, tenint totes les peces a l'abast.

Referent a la imatge

- El disseny de les peces ha de facilitar la seva neteja (donat el seu enfocament estètic)
- Les peces han de poder adaptar-se estèticament amb el lloc on l'usuari vulgui muntar-lo.
- El sistema ha d'envellir sense oferir un mala imatge.

Referent al medi ambient

- El sistema ha de constituir-se per materials reutilitzables i/o reciclables.
- Els materials utilitzats en el sistema han de poder obtenir-se de fonts properes i d'explotació sostenible.

Totes les peces han d'evitar trencar-se de manera que puguin vessar líquids en zones no indicades o trencar-se en trossos difícils de recollir.

2.3. ÚS I USUARI

Per analitzar l'ús que farà del producte cada usuari, és té en consideració tota la cadena d'usuaris que interactuaran amb el producte, així les característiques diferencials de cadascun d'ells. A més, per obtenir més informació de l'usuari final, es realitza un estudi de les seves necessitats en particular mitjançant una enquesta.

2.3.1. CADENA D'USUARIS

Tenint en compte tots els estats pel qual passarà el producte, els usuaris que interactuaran amb aquest producte seran les implicades en:

- Fabricació del producte.
- Transport.
- Venda.
- Utilització.
- Desballestament i rebuig.

Si s'analitza la incidència de cadascun d'ells en el producte, es pot comprovar que no tots tindran la mateixa:

Amb menys incidència es podria categoritzar el desballestament i el rebuig, tot i que s'ha de tenir en compte que un desballestament pot implicar perills que un simple desmuntatge no implicaria (al no importar que es trenqui una peça en el procés).

Seguint amb un ordre ascendent en quant a implicació es trobaria el manteniment o el transport, ja que a diferència del desballestament és probable que aquestes accions es realitzin més d'un cop durant la vida del producte.

Amb una implicació major es trobaria la venda, degut a que el venedor haurà d'interactuar amb el producte, ensenyar-lo, moure'l, desmuntar-lo total o parcialment per tornar-lo a muntar per adaptar l'espai de la botiga segons les seves necessitats.

Amb una ja gran implicació trobem les persones que fabricaran el producte, ja que estaran constantment tocant i manipulant les peces, sovint no acabades, que poden provocar lesions de qualsevol tipus, agreujat pel fet de que probablement l'operari estigui sota una pressió de ritme de producció i potser no sota unes mesures de seguretat correctament implementades.

Per últim, i amb el major grau d'implicació degut a que és l'usuari que conviurà amb el producte durant més temps, el client final tindrà una interacció amb el producte diària, ja sigui directa o indirecta.

Baules de la cadena	Avaluació	Justificació
Fabricació	Crític	Seguretat
Transport	Menor	Manipulació en caixes
Venta	Major	Interacció eventual però en profunditat
Utilització	Crític	Utilització diària
Desballestament	Menor	Procés únic

Aquesta informació servirà per, a l'hora de redactar el quadre funcional amb totes les funcionalitats del producte, assegurar que s'han tingut en compte tots els usuaris que interactuaran amb el producte i totes les funcions relacionades amb cadascun d'ells.

2.3.2. CARACTERÍSTIQUES DIFERENCIALS

Tipus d'usuari: Operari

Caract. diferencials	Avaluació	Justificació
- Feina rutinària	- Menor	- Possibilitat que passin detalls per alt.
- Treball sota pressió	- Major	- Falta d'atenció a com queda el producte o falta de comprovació de la qualitat del mateix.
- Amb coneixements bàsics del producte	- Crític	- Potser un defecte no és identificat directament per l'operari.

Context i lloc d'ús	Avaluació	Justificació
- Soroll	- Menor	- Incomoditat. Pèrdua de concentració.
- Elements tòxics	- Menor	- Pintures o vapors. - Utilització EPIs. - Incomoditat.

Seqüència d'operacions	Avaluació	Justificació
- Rebre peces a treballar.	- Menor	- Continuïtat de la cadena.
- Operació a la peça.	- Crític	- Peces no finals. Risc de talls.
- Preparació per operació en màquina.	- Crític	- Influència directa en un bon treball de la màquina.
- Col·locació peça/peces en màquina.	- Crític	- Ídem.
- Encesa de maquinària.	- Menor	- Possible mala configuració de la màquina.
- Extracció de màquina.	- Crític	- Perill de cremades o inhalació gasos tòxics.
- Inspecció visual ràpida.	- Major	- Primera inspecció de la peça.
- Enviament a la següent estació	- Menor	- Continuïtat de la cadena.

Tipus d'usuari: Transportista

Caract. diferencials	Avaluació	Justificació
- Feina feixuga.	- Major	- Dolors musculars o necessitat d'utilitzar maquinària.
- Manipulació de diferents comandes a la vegada (diferents mides).	- Crítica	- Subjecció de les caixes. - Palets amb poca estabilitat. - Risc de caure.
- Tracte diferenciat entre objectes fràgils i no fràgils.	- Major	- Dificultat a trobar la identificació.
- Trajectes de llarga durada.	- Menor	- Cansament.

Context i lloc d'ús	Avaluació	Justificació
- Intempèrie.	- Crític	- Càrrega o descàrrega més caòtica. - Risc de reliscar.
- Terreny inestable.	- Major	- Moviments camió. - Sacsejos del palet.

Seqüència d'operacions	Avaluació	Justificació
- Identificació comanda.	- Crític	- Agafar el palet correcte.
- Transport fins al camió.	- Crític	- Perill de bolcament.
- Col·locació.	- Crític	- Compensació de pes. - Suport amb altres palets.
- Fixació.	- Major	- Fixació al camió.
- Transport.	- Menor	- Moviment durant el trajecte.
- Descàrrega.	- Menor	- Extracció de palet complicada si s'ha mogut.

Tipus d'usuari: Venedor

Caract. diferencials	Avaluació	Justificació
- Coneixement del producte.	- Major	- Ha de conèixer totes les funcions del producte per poder ensenyar-les.
- Coneixement de diferents tipus de prestatges i mobles en general.	- Menor	- El venedor pot no saber de memòria totes les funcions de tots els seus productes.
- Influència directa en la continuïtat de la cadena.	- Crític	- Si el venedor està content amb el producte el recomanarà.

Context i lloc d'ús	Avaluació	Justificació
- Muntatge en diferents llocs de la botiga.	- Major	- Canvis de temporada, canvi en l'enfocament de vendes, potenciació d'altres productes...
- Convivència amb multitud de mobles diferents.	- Crític	- Evitar que el venedor no mostri el producte perquè no encaixa amb el que vol vendre.

Seqüència d'operacions	Avaluació	Justificació
- Recerca informació del producte.	- Crític	- Determinarà si el venedor vol tenir el producte a la seva botiga.
- Recepció del producte i emmagatzematge.	- Major	- La facilitat per guardar-lo pot determinar la ubicació del paquet (a més o menys a l'abast).
- Identificació de peces i lectura manual instruccions.	- Major	- Poc temps per dedicar al muntatge.
- Referenciat intern i expedició al client.	- Menor	- Referències venedor similars a les del producte. - Confusions.
- Muntatge en botiga.	- Menor	- Mostrar el producte per vendre'l.
- Demostració o explicació de les funcions del producte.	- Crític	- El venedor ha de conèixer el producte.
- Desmuntatge parcial i col·locació en una nova ubicació.	- Menor	- Els moviments dins la botiga han de ser ràpids i sense esforç.
- Embalatge de l'expositor.	- Menor	- Si es ven el producte exposat, s'ha de poder tornar a embalar com si fos nou.

Tipus d'usuari: Client final

Caract. diferencials	Avaluació	Justificació
- Coneixements tècnics	- Major	- No tots els clients podran entendre mecanismes complexes.
- Disponibilitat d'eines	- Crític	- No tots els clients disposaran d'eines variades.
- Capacitats físiques	- Menor	- Potser hi ha clients que necessiten ajuda al muntatge.
- Experiència prèvia	- Menor	- Pot haver-hi clients que no solen muntar mobles.

Context i lloc d'us	Avaluació	Justificació
- Espai reduït.	- Menor	- Dificultat de veure bé totes les peces abans de muntar - Necessitat de moure el producte per col·locar algun objecte provisional (taula supletòria).
- Col·locació a prop de llocs de pas.	- Major	- El producte pot molestar per passar o sigui fàcil fer caure un objecte.
- Interacció amb animals o infants.	- Crític	- Les baldes inferior estan exposades a animals o nadons que poden pujar, penjar-se o fer caure algun objecte.

Seqüència d'operacions	Avaluació	Justificació
- Extracció de les peces de la caixa.	- Major	- Ha de ser fàcil i sense risc tallar-se o que caigui una peça.
- Lectura guia de muntatge.	- Menor	- Pot ser necessari per entendre el producte.
- Trobar les eines necessàries pel muntatge.	- Crític	- Utilitzar unes eines adequades evitarà malmetre elements de fixació i assegurarà un bon muntatge.
- Presentar peces abans de collar.	- Menor	- La unió de peces intuïtiva agilitzarà el procés.
- Fixar peces.	- Major	- Els elements d'unió han de suportar diversos processos de muntatge i desmuntatge dels mòduls (evitar cargols passats de rosca, considerar freq de les peces...)
- Canvi d'alguna peça segons necessitat.	- Crític	- Hauria de ser necessari canviar un mòdul sense desmuntar tota la estructura.
- Emmagatzematge de les peces que no s'estan utilitzant.	- Menor	- Facilitats per guardar les peces que no es vulguin utilitzar de moment (aprofitar caixa, peces o caixes apilables...)

Tipus d'usuari: Empleat municipal de gestió de residus

Caract. diferencials	Avaluació	Justificació
- Poca cura del producte.	- Major	- Una mala utilització no ha d'implicar risc d'accident.
- No desmuntarà el producte.	- Crític	- Materials diferents han de ser fàcilment separables.

Context i lloc d'ús	Avaluació	Justificació
- Contenedors específics per a cada material.	- Major	- Les peces han de poder entrar en qualsevol contenidor o recipient que s'utilitzi pels residus.

Seqüència d'operacions	Avaluació	Justificació
- Recollida del producte.	- Menor	- El producte s'ha de poder transportar.
- Preselecció al camió de recollida.	- Crític	- El producte s'ha de poder desballestar fàcilment.
- Emmagatzematge en cubes a la deixalleria	- Major	- Els components no han d'implicar un problema per agafar-se, ni ocupar massa espai a la cuba (barres massa llargues, peces amb formes complicades d'agafar...)

2.3.3. ESTUDI DE LES NECESSITATS DE L'USUARI FINAL

Paral·lelament a l'estudi de les característiques diferencials de tota la cadena d'usuaris, també s'ha volgut realitzar un estudi de les necessitats de l'usuari final ja que, al cap i a la fi, es qui decidirà si comprar o no el producte.

Per realitzar aquest estudi s'ha optat per utilitzar l'eina de l'enquesta. Aquesta eina es d'utilització fàcil i d'obtenció de resultats ràpids, tot i que també pot ser una font d'informació que proporcioni una obtenció de dades esbiaixades si no s'ha triat o no s'ha pogut arribar a enquestar una mostra de la població prou gran i aleatòria.

Es per això que s'ha volgut fer l'enquesta per conèixer la opinió o les preferències d'una mostra de població el més gran i aleatòria possible, diferents edats, gustos i entorns. Utilitzant totes les eines a l'abast, tot i que limitades, es té la idea d'utilitzar les dades i les conclusions extretes només com suport o complement de la anàlisi de característiques de tots els usuaris, més completa, rigorosa i fiable.

S'ha plantejat l'enquesta amb preguntes el més neutres possibles i de resposta fàcil, dividides en dues parts diferenciades: Un primer conjunt de preguntes sobre els hàbits d'ús dels prestatges i un segon conjunt sobre funcionalitats que es poden trobar ja al mercat o que es pretén incorporar al nou disseny. Es consta també d'una breu introducció a la idea que s'està desenvolupant, per conèixer l'acceptació d'aquests sistemes o complements.

L'enquesta s'ha realitzat en castellà per poder enquestar també a persones d'altres comunitats autònomes i assegurar l'entesa i facilitar la comprensió de les preguntes.

Així doncs, les preguntes i les opcions de resposta són, en format reduït i en català, les següents (Enquesta completa a Annexes):

Hàbits d'ús:

- Quin tipus d'objectes sols col·locar en prestatgeries obertes?
 - o Objectes petits i lleugers.
 - o Objectes petits però de cert pes.
 - o Objectes grans tot i que de poc pes.
 - o Objectes grans de pes considerable.
- Quines característiques busques a l'hora de comprar una prestatgeria?
 - o Estètica
 - o Practicitat.
 - o Resistència.
 - o Facilitat de muntatge.
 - o Funcional – Específica.
 - o Adaptable.
 - o Amb valor afegit.
 - o Preu.
- (Fent referència a un pressupost previ) Què faries si no trobes res al rang que busques?
 - o Valoro gastar més si guanyo en qualitat i/o no perdo funcions que vull.
 - o Em conformo amb alguna cosa més barata tot i poder perdre qualitat.

Funcionalitat:

- Respecte el prestatge:
 - o Diferents components per diferents usos i de canvi fàcil.

- Diferents prestatges de diferents mides, però de forma similar.
 - Només un o dos prestatges per la gran majoria d'objectes.
- Respecte l'estructura vertical:
 - Afegir barres horitzontals per crear estructures independents de la paret.
 - Afegir barres horitzontals que serveixin com a estructura i com a suport d'objectes.
 - Estructura simple, només amb barres verticals.
- Respecte el moviment dels prestatges:
 - M'agrada que puguin rotar sobre la estructura vertical.
 - M'agradaria que també poguessin variar la seva posició en alçada.
 - No pagaria més per aquestes funcionalitats.
- Respecte el sistema d'ancoratge:
 - Valoro poder tenir també una peça per fixar el prestatge al terra i/o al sostre, a part de tenir la de paret.
 - Utilitzaria un suport al terra, però sense haver de fer forat.
 - Només col·locaria el prestatge collat a la paret.
- Respecte la personalització:
 - Personalització total, diferents colors i diferents materials.
 - El material es indiferent, però vull tenir varietat de colors.
 - No pagaria el cost en pintura, però si voldria escollir material i l'acabat.
 - Preferiria un estil el més neutre possible, a un menor preu: Suports de metall i prestatges de fusta.

Per últim, al finalitzar l'enquesta també s'ha considerat que podia ser útil afegir un espai per a que els enquestats, si volien, deixessin un comentari sobre l'enquesta, el producte o la seva opinió personal. Aquesta informació ha resultat d'ajuda per diferents motius: Els comentaris sobre l'enquesta han permès corregir errors o millorar les explicacions en temps real per evitar confusions. També ha donat una visió més humana i personal de les dades extretes de l'enquesta, amb comentaris positius sobre el producte, amb idees sobre com desenvolupar-lo o millores sobre alguna funcionalitat. En general, de les 124 persones que han participat en l'enquesta s'han obtingut 24 respostes, les més s'exposen a continuació:

Positives:

- "Me encantaria ver el resultado final y comprarlo cuando saliera al mercado!"
- "Es simple però original, atractivo a la vista, funcional... Perfecto! No tengo ni idea de cuanto podría costar, però no tiene pinta de que se vaya de un precio razonable, así que creo que sería un éxito."
- "Propuesta muy válida para organizador".
- "Té molt bona pinta! Tinc ganes de saber com acaba el projecte!"

Negatives:

- "Personalmente prefiero las Prestatgeries de toda la vida rectes. En una casa con mucho espacio no hay problema para poner una Prestatgeria así, però en los pisos en los que vivimos los poco acaudalados, las Prestatgeries en línea ocupan menos y cabe mas."
- "El sistema parece con poca fuerza, la idea esta bien però tendría que verlo para asegurarme que lo que se coloque no caiga o mueva."

Opinions:

- “Creo que el diseño de la Prestatgeria depende mucho del tipo de habitación y la mobiliaria que haya. Dependiendo de la situación en la que me encuentre utilizaría una o otra.”
- “Prestatge muy original”.
- “Me parece que la forma redondeada dificultaria el dejar objetos al tenir menos superfície. También es possible que al poner libros se cayeran al no tenir más apoyo que el horizontal”.
- “Creo que las baldes que proposes tienen poca seguridad para los objetos que col·loques. Las Prestatgeries estàndar suelen tener 3 zonas de apoyo para lo objetos, la pared i las paredes laterales de la Prestatgeria. Para usuarios con mascotas, como gatos, puede ser un poco peligroso que los objetos queden tan expuestos. Por lo demas, que sea una Prestatgeria se pueda adaptar a los espacios me parece buena idea.”

Milliores o propostes:

- “Jo faria uns suports laterals ja que sinó la majoria de coses podrien caure del prestatge. Molt bonica però poc pràctica. Com a disseny d'escala, m'agrada.”
- “Las Prestatgeries podrian tenir forma de hoja, de estrella, con formes divertidas para los ninos o ser multicolor. También serviria de expositor en muchas empresas o escaparates.”
- “Me ha parecido muy interesante el proyecto, Prestatgeries que puedan girar y colocarse al gusto de cada uno es algo que no suele verse en el mercado. La desventaja que le veo al diseño de las tablas horizontales es que no tiene nada que impida que los objetos que se col·loquen encima caigan. Da la sensación de que estan poco protegides y que se pueden resbalar sin querer. A parte de lo comentado, me parece una idea muy creativa y me centraria en reducir los costes del producto y mejorar su possible personalización.”

Advertències:

- “La tornilleria y las piezas moviles de algo como Prestatgeries donde vas a col·locar algo que puede pesar o puede caerse con el movimiento suele ser el talón de aquiles, tiene que estar muy bien pensado y fabricado para que termine complaciendo al comprador.”

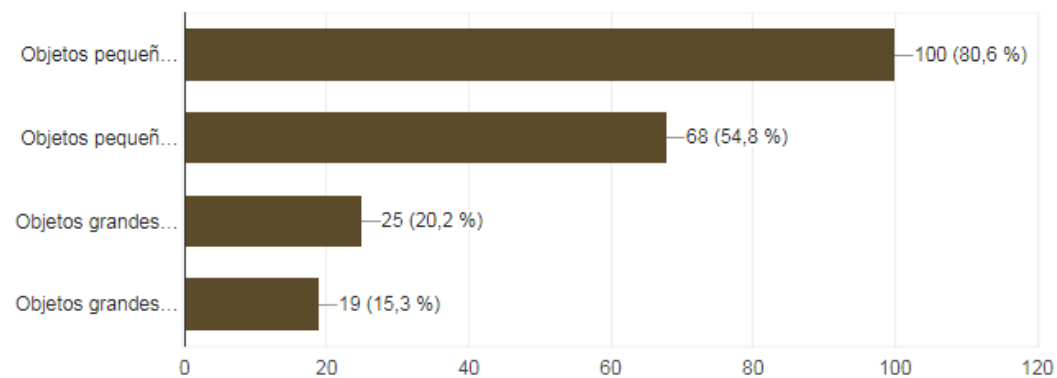
Errors:

- “Las fotos se superponen con el texto. Por si fuera un problema de compatibilidad, uso un Samsung Galaxy Grand Neos Duo.”
- “Respecto a la encuesta he visto alguna pregunta (sobre la barra vertical) que costaba entender lo que se quería explicar.”

Els resultats a les preguntes que es mostren a continuació donen una bona visió del que pensa l'usuari final del producte:

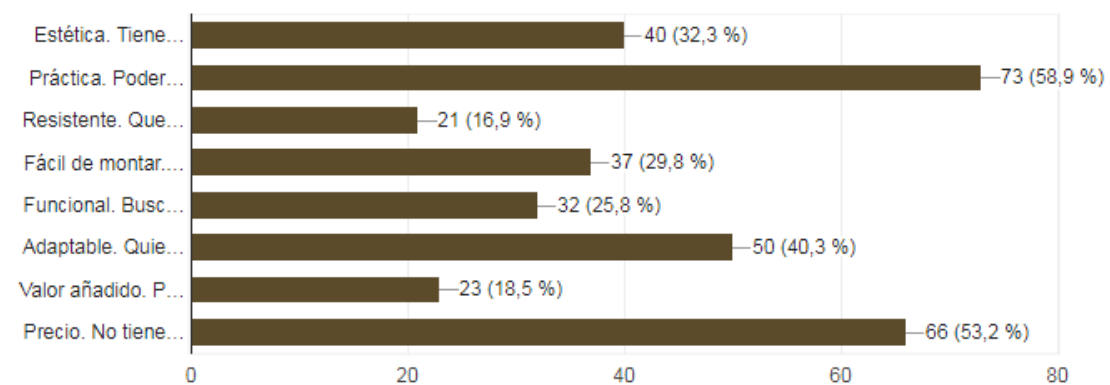
Antes de nada: ¿Que tipo de objetos sueles colocar en estanterías abiertas?

124 respuestas



¿Que características buscas a la hora de comprar una estantería?

124 respuestas



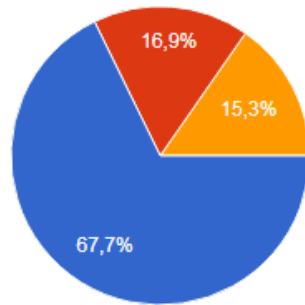
Y lo que miramos todos, el precio: Imagina que vas a comprar una estantería con un presupuesto aproximado en mente. ¿Qué harías si no encuentras nada en el rango que buscas?

123 respuestas



Respecto al tipo de estante:

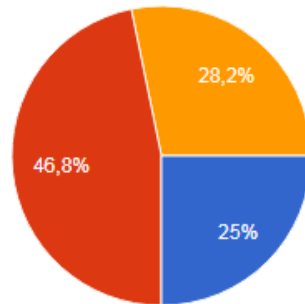
124 respuestas



- Veo perfecto que haya diferentes componentes para diferentes usos y que se puedan cambiar fácilmente.
- Esta bien que haya diferentes estantes, pero habiendo diferentes tamaños ya es suficiente.
- Pienso que la mejor opción sería tener uno o dos estantes que sirvieran para la mayoría de objetos que se suelen colocar.

Respecto a la estructura vertical:

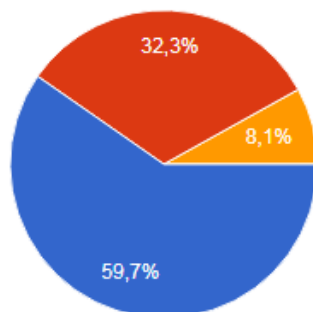
124 respuestas



- Las barras horizontales podrían servir para crear estructuras que no necesitaran de una pared para que se aguanten, pero no las usaría para c...
- Sería interesante aparte de usarse como elemento estructural, disponer de barras horizontales para poder colocar piezas que necesitaran esp...
- Veo innecesario complicar más el sistema, yo preferiría solo tener barras verticales.

Respecto al movimiento de los estantes:

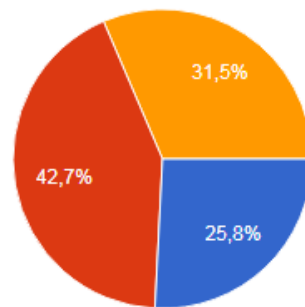
124 respuestas



- Veo útil la rotación de los estantes: Permite colocar objetos altos, colocarlos planos en un pasillo o ajustarlos a 90° en una esquina...
- Me gusta que roten, pero deberían también subir y bajar, aunque sea mas caro y complique el sistema.
- Lo veo una función poco útil. No pagaría el coste extra que supone esa función.

Respecto al sistema de anclaje:

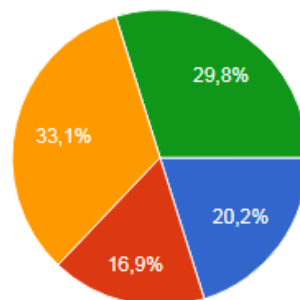
124 respuestas



- Si me permite cargar mucho más peso, en el garaje o en el trastero sí usaría el anclaje atornillado al techo y al suelo.
- Usaría un soporte al suelo si pudiera cargar un poco mas de peso, aunque preferiría no perforarlo.
- Sólo colocaría una estantería atornillada en la pared. Simplificaría el sistema usando solo un tipo de soporte de este tipo.

Y por último: Respecto a la personalización:

124 respuestas



- Quiero personalización total, aunque sea mas caro. Diferentes materiales y diferentes colores.
- No me importa el material que se use, pero si quiero escoger el color de las piezas.
- No pagaría el coste en pintura, pero me gustaría escoger el material: el...
- Lo más práctico son los soportes de metal y los estantes de un solo tipo...

Les conclusions que es poden extreure analitzant les respostes dels enquestats són:

- Utilitzarien el prestatge per col·locar-hi objectes petits, tan lleugers (4 de cada 5) com pesats (1 de cada 2).
- Busquen un prestatge pràctic (3 de cada 5) amb una bona relació qualitat/preu (1 de cada 2) en primera instància. Alguns busquen que sigui adaptable (2 de cada 5), fàcil de muntar (1 de cada 3), estètica (1 de cada 3) i funcional (1 de cada 4). El que busca poca gent és un prestatge resistent (1 de cada 10) o que tingui valor afegit (1 de cada 5).
- La gran majoria d'enquestats estarien disposats a superar un pressupost inicial a favor de major qualitat i funcionalitats (4 de cada 5).
- Una gran part dels enquestats (3 de cada 5) veuen positivament que hi hagi prestatges diferents segons l'ús i que es pugin canviar fàcilment, tot i que això sigui més car que fer només diferents mesures o fer un parell de mesures el més universals possibles.
- La meitat dels enquestats veu interessant utilitzar barres horitzontals com a estructura i com a suport d'objectes.
- El moviment dels prestatges és una funció també molt valorada pels enquestats. 3 de cada 5 ho prefereix, tot i que només amb moviment rotatiu.
- Respecte els suports, té una bona acceptació (2 de cada 5) afegir un suport a terra que no necessiti de perforar-lo.
- La personalització, en canvi, no té una majoria gaire definida. Tot i així, 1 de cada 3 veu només necessari la possibilitat d'escollir material i acabat però no la pintura, i el mateix percentatge veu millor un únic disseny. Per tant, una personalització total o poder tenir una paleta de colors a escollir podria quedar descartada. Amb aquests resultats, el més idoni seria oferir, potser, una estructura d'un únic material i oferir alternatives en fusta pels prestatges.

En resum, i tenint en compte els comentaris afegits al final de l'enquesta, segons els enquestats el prestatge hauria de ser pràctic, dissenyat per objectes petits amb una bona qualitat de fabricació.

El producte podria constar de prestatges rotatius, específics en alguns casos i intercanviables, amb algun sistema que eviti que els objectes puguin caure, col·locats en una estructura tant vertical com horitzontal amb suports a la paret i al terra, tot i que aquest últim sense perforació. L'estètica del producte hauria de limitar-se a permetre una bona integració amb altres mobles de l'espai on es col·loqui.

2.4. QUADRE FUNCIONAL

A partir de la informació treballada a la cadena d'usuaris i a partir del marc de referència del producte, s'han redactat una sèrie de característiques organitzades segons el seu tipus i respecte a diferents parts del producte. També s'ha utilitzat com a complement la informació recollida a partir de l'enquesta feta.

Si recordem el marc de referència, el quadre funcional queda de la següent manera:

Aquest sistema pretén oferir un element estructural d'estètica no industrial, robust, fàcil de muntar i sense components d'unió (integrat a cada una de les peces) que permeti col·locar, subjectar o contenir objectes amb la capacitat d'adaptar-se a l'espai on es vulgui col·locar gràcies a la recol·locació de les seves peces o el moviment de les mateixes sense la utilització d'eines, format per les mínimes peces diferents possibles però oferint una gran personalització i que desmuntat ocupi el mínim espai possible per facilitar el transport.

Quadre funcional d'un sistema de creació modular de prestatgeries.

Principal: 1. Permetre crear un espai per col·locar o emmagatzemar objectes que s'adapti a l'entorn on es munta i als gustos de l'usuari a partir de mòduls.

Derivades: **Respecte als objectes:**

2. Espai necessari per poder col·locar objectes tan grans com els que pugui manipular una persona sense ajuda.
3. Resistència prou alta per poder subjectar objectes de pes tan elevat com el que pugui carregar una persona.
4. Evitar que els objectes puguin caure dels prestatges.
5. Proporcionar mòduls específics per objectes no comuns en prestatgeries (abrics, eines, flors...)

Respecte l'entorn:

6. Recursos suficients per poder adaptar-se a qualsevol espai.
7. Suficients opcions de personalització (*color&trim*) per adaptar-se o destacar, segons l'usuari, amb altres mobles.

Respecte l'usuari:

8. Assegurar una correcta interacció entre l'usuari i el producte (sense funcions que quedin amagades).
9. Evitar que el producte molesti el pas dels usuaris o minimitzar les conseqüències d'un cop.
10. Proporcionar un complet manual d'instruccions de muntatge i explicació de totes les funcions disponibles.

Respecte els components:

- 11. Poder intercanviar els mòduls que formen l'estructura sense desmuntar-la sencera.
- 12. Permetre que els mòduls es puguin moure un cop muntats a l'estructura.
- 13. Evitar l'ús d'eines pel muntatge dels components.

Complementàries: 14. Mòduls de llum per il·luminar els objectes i, de manera indirecta, l'entorn.

15. Mòduls de làmpada per il·luminar l'entorn

16. Element per identificar o donar informació dels objectes de cada prestatge (funció concreta per entorn de fira o mostrador).

17. Mòdul de paperera/paraigües mullats.

Comunicació: 18. Incorporar un senyal gràfica, com per exemple una fletxa de dos puntes corbada, per indicar que els mòduls poden girar.

19. Que el nom del producte doni a entendre aquest gir o relacionar-se amb ell.

20. Que les connexions tinguin elements que indiquin la direcció de muntatge i la connexió "un dintre d'un altre" de l'estructura.

21. Peces agradables al tacte, sensació de qualitat. Tacte gomós, polit o suau, segons material.

Estètiques: 22. Combinació de colors y materials seguint els principals acabats que es pot trobar a l'indústria del moble.

23. Estil el més neutre possible que pugui adaptar-se o desentonar el mínim possible amb qualsevol estil de moble o decoració.

Social: 24. Mostrar un estil impersonal o, si es mostren peces amb possibilitat de personalització, mostrar una selecció global, que representi a la gran majoria d'usuaris.

25. Donar sensació de robustesa amb els mínims jocs necessaris de les peces pel seu funcionament. Evitar pandejos o moviments no esperats.

26. Mòduls de l'estructura de longituds adaptades a l'alçada mitja d'una persona (que hi hagi un prestatge a l'alçada de les mans, un altre a l'alçada per col·locar un objecte amb els braços estirats, un prestatge a l'alçada de les mans quan l'usuari està agenollat...)

2.4.1. AVALUACIÓ QUADRE FUNCIONAL

Un cop exposades totes les característiques del producte, aquestes s'avaluen segons el seu grau d'importància en el desenvolupament del producte: Claus, rellevants o secundàries. Tot i que seria interessant tenir-les totes en compte.

El criteri utilitzat per assignar aquest nivell d'importància passa per valorar quines característiques estan molt lligades a la concepció del producte com a tal; quines tenen una afectació directa, ja sigui positiva o negativa, en processos clau del producte com la fabricació o la reducció de costos; quines característiques són simplement complementàries o de difícil aplicació segons els recursos o la tècnica disponible; o la relació que tenen les característiques amb un usuari concret i la seva valoració d'ús com a tal, per posar uns exemples.

Funció ↓ // Avaluació →		Menor	Major	Crític
Principal	1. Prestatgeria modular personalitzable			×
Derivades (Objectes)	2. Espai per objectes grans		×	
	3. Prestatges resistents		×	
	4. Evitar que caiguin els objectes			×
	5. Mòduls específics per objectes no comuns	×		
Derivades (Entorn)	6. Recursos suficients per adaptar-se a l'espai		×	
	7. Suficients opcions de personalització		×	
Derivades (Usuari)	8. Correcta interacció usuari – producte (funcions intuïtives)		×	
	9. Evitar o minimitzar les conseqüències d'un cop			×
	10. Complet manual d'instruccions			×
Derivades (Components)	11. Mòduls intercanviables sense desmuntar		×	
	12. Moviments mòduls			×
	13. Muntatge sense eines	×		
Complementàries	14. Mòduls de llum pels objectes	×		
	15. Mòduls de llum ambient	×		
	16. Element identificació objectes	×		
	17. Mòdul per paraigües/paperera	×		
Comunicació	18. Senyal gràfica per indicar la possibilitat de moviment		×	
	19. Nom del producte dóna idea del moviment dels mòduls	×		
	20. Peces amb elements intuïtius que facilitin muntatge		×	
	21. Acabat gomós o polit (sensació de qualitat)		×	
Estètiques	22. Color&Trim segons indústria actual			×
	23. Estil neutre			×
Social	24. Estil impersonal o representació global (cara a publicitat)		×	
	25. Sensació de robustesa (joc mínim, sense pandejos excessius)			×
	26. Longitud mòduls segons antropometria		×	

2.5. PRECEDENTS I REFERENTS

Un cop les característiques estan valorades a partir del propi producte i dels usuaris que interactuaran amb ell, cal valorar la relació d'aquestes característiques amb les característiques d'altres productes que puguin rivalitzar al mercat. És a dir, comparar el producte que es vol dissenyar amb precedents que ja estiguin a la venda.

2.5.1. PRECEDENTS

Com a precedents no s'han agafat prestatges concrets, sinó tipus de prestatge, ja que el producte a dissenyar pot evolucionar cap a un tipus o un altre i adoptar diferents característiques segons cap on s'enfoqui el concepte. Al mercat es pot trobar diversos tipus de prestatges que comparteixen la funció més bàsica que pretén proporcionar el sistema, que és el de suportar objectes, però cadascun d'ells es focalitza a un ús o usuari molt concret, potenciant a vegades una característica molt concreta davant les altres.

L'exemple més clar poden ser els prestatges de disseny, que es focalitzen molt en l'estètica i en la diferenciació respecte als altres amb la utilització de materials poc comuns o molt treballats amb l'objectiu de definir una estètica que destaquï, moltes vegades regida per una moda o un patró concret. Formes estilitzades o complexes que moltes vegades minen la principal funció del prestatge: Col·locar objectes a sobre.

En l'àmbit més industrial es troben prestatges que busquen la resistència i la capacitat de càrrega, deixant de banda qualsevol estilisme, però una comparativa amb aquest tipus de producte seria molt radical. Tot i així, en un ambient més domèstic si es pot trobar un prestatge amb característiques similars, com pot ser qualsevol prestatge integrat en un moble. Degut a la seva construcció sòlida i robusta amb molts punts de suport i poc pes suspès permet col·locar objectes de diferents mides i de pes considerable. A més a més, aquest tipus de prestatge combina una bona resistència amb la possibilitat d'adaptar l'estètica al gust del client, però al estar integrats en un moble més gran, la seva possibilitat d'adaptació és limitada.

Hi ha uns altres tipus de prestatges domèstics que no tenen aquesta limitació per no formar part d'un moble i que depèn del suport també poden aconseguir un bon grau de resistència. Per a espais petits o llocs on no és possible col·locar grans estructures, es recorre normalment a prestatges simples amb suports més o menys treballats, normalment inferiors que es collen directament a la paret. Aquests prestatges solen ser de petites dimensions en quan a fondària, però que poden ser tan llargs com la paret d'una habitació, al no tenir la limitació de ser part d'un moble més gran. Degut a aquestes dimensions relativament reduïdes i pel tipus de suport que normalment utilitzen, poc voluminosos i collats a la paret, són molt utilitzats per espais petits o llocs de pas, però no estan pensats per carregar objectes grans ni pesats.

Últimament també es poden trobar mobles amb el cognom "modulables". En aquesta varietat modular s'hi poden trobar sistemes de grans dimensions amb sistemes més o menys complexes en la seva estructura que permeten un cert ajust de les baldes, per exemple, sense haver de desmuntar res o que varien la seva posició segons les necessitats puntuals de l'espai, però en molts cassos més que modulars en la seva totalitat es podrien definir perfectament com a mòbils només. Costen de trobar, el prestatge o moble comú encara té un pes molt dominant al mercat i no solen ser sistemes assequibles. En algun cas s'ha trobat, el moble pot treballar com a prestatge i a la vegada com a porta amb un sistema de rails al terra que permet la seva mobilitat

d'esquerra a dreta i també la possibilitat de rotar el moble sobre el seu propi eix. En casos on els prestatges són més simples, alguns exemples de prestatgeries modulares trobats són prestatges que permeten la variació de la organització dels separadors per adaptar la capacitat de càrrega o prestatges que utilitzen les baldes com a nexes d'unió entre els suports, en comptes de ser les baldes les que es connectin amb els suports, permeten a priori poder variar l'alçada dels prestatges de manera individual segons la longitud del suport inferior o superior al qual es connecta.

2.5.2. REFERENTS

La idea conceptual del prestatge que tracta aquest treball va tenir influències molt importants d'elements i productes que poc o res tenen a veure amb la decoració, l'interiorisme ni amb el món dels mobles. El producte que s'està desenvolupant va partir de peces que ni tan sols estan a la vista en el moment de fer la seva funció. Aquest elements, d'origen mecànic, els podem trobar a qualsevol motor de combustió de quasi qualsevol automòbil.

El prestatge, en forma de lleva, va arrencar de la forma d'un arbre de lleves, tot i que en aquest cas és la circumferència gran la que és concèntrica amb l'eix de rotació i no al revés, com al prestatge, en busca d'una millor capacitat de càrrega. També les formes del cigonyal van inspirar el disseny del sistema, i fins i tot els primers esbossos van intentar reproduir un prestatge que, al igual que el cigonyal, tingués els prestatges connectats per estructures amb diferents eixos, unes a la part petita del prestatge, altres al centre i altres a la part ample, adoptant l'estructura i la unió que tenen els contrapesos entre ells al cigonyal.

En l'aspecte modular del prestatge, i la seva manera de muntar-se, recorda molt a qualsevol tipus de joc de construccions que poden tenir a l'abast nens i no tan nens, com pot ser les peces "LEGO" o els famosos "EXIN Castillos", on el muntatge de les peces es duu a terme a partir d'una geometria incorporada a les pròpies peces.

2.5.3. ESTAT DE L'ART

Per cercar tota aquesta informació sobre precedents, es va realitzar una recerca a diferents portals webs, dedicats o no al món del moble, per tal d'esbrinar els productes més innovadors del mercat i analitzar les característiques diferencials. Tot i la primera classificació de prestatges de disseny, prestatges integrats en un moble i prestatges modulars, els productes cercats s'han tornat a classificar en cinc grups en comptes de tres, segons la seva tipologia i característiques comuns amb el producte a dissenyar:

- Productes de Disseny: L'estètica és el seu argument principal.
- Industrials: Funcionalitat davant de tot.
- Prestatgeries modulars domèstiques: Busquen ser un producte molt adaptable.
- DIY (*Do It Yourself*): Fetes a mà, sovint d'aspecte clàssic.
- Prestatgeries en moble: Formen part d'una estructura o conjunt més gran.

Especial menció a la categoria DIY, ja que s'ha decidit crear una categoria així a partir de trobar informació d'uns productes molt específics i poc comercialitzats industrialment que responen al nom de *Pipe Shelves*, *Pipe Shelving* o *Industrial Pipe Shelf*, que son prestatges formats a partir de canonades antigues d'aigua i que recorden en certa manera al concepte del producte que es vol desenvolupar en aquest projecte.









Figura 1. Exemple de prestatgeria creada amb canonades antigues

Aquests exemples són només alguns dels productes que es poden trobar en cadascuna de les diferents categories. Per complementar la recerca, per últim es fa un repàs al catàleg d'IKEA ja que es pot treure informació de productes que combinen diferents característiques de diversos tipus de prestatge i, a més a més, de productes que s'han dissenyat amb un plantejament molt similar al producte inicial d'aquest projecte.

Amb aquest estat de l'art es pretén ajudar a enfocar un concepte de disseny encara per desenvolupar i que sigui una entrada més d'informació per el procés de disseny, prenent nota de les solucions adoptades en cada producte.

Disseny - Estètics

Model	Mesures [cm]	Construcció	Preu
1. Prestatgeria Earth (Kavehome)	70 x 70 x 15	Metàl·lica, amb penjador superior i dos cargols.	97 - 164 €
2. Prestatgeria Cubista I i II (PortoBelloStreet)	228 x 330 x 30 218 x 390 x 30, personalitzables	Fusta de roure en tres colors, personalitzables	2.880 – 3.840 €
3. Prestatgeria Comb Black (PortoBelloStreet)	127 x 120 x 35	Metàl·lica, amb suport a terra.	599 €
4. Prestatgeria en óxido natural con cristal (PortoBelloStreet)	182 x 70 x 26, personalitzable en alçada	Biga oxidada vertical, amb suport a terra. Prestatges de vidre encaixats sense suport.	962 €
5. Prestatgeria Clyde (Kavehome)	78 x 58 x 16	Xapa metàl·lica en forma de fletxa amb reixella posterior. Ancoratge amb 4 cargols a paret.	75,20 – 94 – 159 €
6. Prestatgeria Elipse (Kavehome)	41 x 64 x 13	Xapa metàl·lica en forma de pera, amb 2 cargols superiors a paret	68 – 115 €
7. Prestatge Escalera Colonial Star (PortoBelloStreet)	120 x 28 x 20	Llistons de fusta de Mindi gruixuts units en forma de zig-zag. No incorpora ancoratges.	127 €
8. Prestatgeria LIVY (Amazon)	N/A	Prestatgeria amb llum interior	296,12 €
9. Prestatge MY IDEA (Amazon)	80 x 22 x 18,8	Prestatge en forma de “quote”	59,90 €
10. Prestatge The Round Dorm (Scandinavian Design Center)	Ø 55 cm	Prestatges dintre d'una paret rodona, tot penjat d'una corda.	139 €
11. Prestatgeria Pomd'or (Wellindal)	24 x 53 x 24	Prestatgeria petita de llautó envellit	448,31 – 796,18 €
12. Prestatgeria Kare (Amazon)	75 x 75 x 13	Xapa metàl·lica en espiral.	84,23 – 108 €

	
<p>1. Prestatgeria Earth</p>	<p>2. Prestatgeria Cubista</p>
	
<p>3. Prestatgeria Comb Black</p>	<p>4. Prestatgeria òxido natural con cristal</p>
	
<p>5. Prestatgeria Clyde</p>	<p>6. Prestatgeria Elipse</p>
	
<p>7. Prestatgeria Escalera Colonial Star</p>	<p>8. Prestatgeria LIVY</p>



9. Prestatgeria MY IDEA



10. Prestatgeria The Round Dorm



11. Prestatgeria Pomd'Or



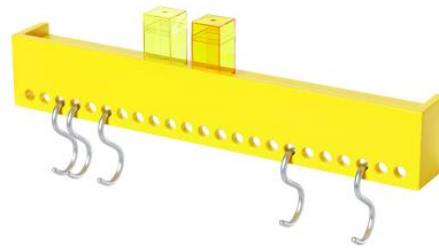
12. Prestategria Kare

Industrial - Funcional

Model	Mesures [cm]	Construcció	Preu
Prestatgeries Esmelux (Esmelux)	Segons client	Metàl·lica	Segons mòduls
Prestatge de paret So-Hooked (Scandinavian Design Center)	60 x 10 x 7,5	Estructura de MDF rectangular amb forats per a ganxos	103 €
Prestatge ArtPlast (Amazon)	495 x 213 x 50	Prestatge per eines	18,56 €
Organitzador per eines (Amazon)	60 x 42,5 x 14,5	Xapa a la paret que permet penjar petits calaixos i organitzadors	31,38 €



1. Prestatgeries Esmelux



2. Prestatgeries de Paret So-Hooked




3. Prestatge ArtPlast



4. Organitzador d'eines

Modular (domèstica) - Adaptable

Model	Mesures [cm]	Construcció	Preu
Prestatgeria cantonera InterDesign (Amazon)	37,3 x 152,4 - 274,32 x 30	Barra vertical ajustable en alçada amb prestatges mòbils	69,83 €
Prestatgeria Modular SKAFFA (Amazon)	300 x 251 x 30	Gran prestatgeria formada per barres roscades i box de colors	1.398 €
Armari modular Finether (Amazon)	147 x 183 x 37 (36 x 36 x 2): 4 x 5 cubs	Armari format per 20 cubs que permet la modificació de les parets interiors	55,99 – 68,99 €
Biblioteca VISTA GIREVOLE (Archiexpo)	N/A	Armaris independents giratoris mòbils	Sota pressupost
Prestatgeria GRADUATE (Archiexpo)	N/A	Prestatgeria muntada a partir de fines barres d'acer inoxidable	Sota pressupost
Prestatgeria STRING (Toc Toc Living)	140 x 200	Prestatgeria amb peces verticals en forma de reixa d'on es pengen els prestatges.	478 €

	
1. Prestatgeria Cantonera InterDesign	2. Prestatgeria modular SKAFFA
	
3. Armari modular Finether	3. Biblioteca Vista GIREVOLE
	
5. Prestatgeria GRADUATE	6. Prestatgeria STRING

DIY – A mà

Model	Mesures [cm]	Construcció	Preu
Prestatge canonada Industrial Homing Decor (Amazon)	N/A	Estructura en forma de doble-U amb dos prestatges i dos suports	176,28 €
Branch Deluxe Holandés (Amazon)	60 x 60 x 40	Prestatgeria de disseny modular feta a mà amb dos tests i punt de llum	849 € Llum extra: 99€ Prest. extra: 59€
Prestatgeria GORDON (Maisons du monde)	91 x 91 x 13,5	4 suports, 4 colzes, 6 “T”, 3 connectors. 3 prestatges.	89,99 €
Prestatge de paret Roots (La Redoute)	110 x 30 x 20	Prestatge penjat per dos cables a una escarpia rodona.	79,99 €

	
1. Prestatgeria Canonada Industrial Homing Decor	2. Prestatgeria Deluxe Holandés
	
4. Prestatgeria GORDON	5. Prestatgeria de paret Roots

Prestatgeria amb funció de moble

Model	Mesures [cm]	Construcció	Preu
Moble de bany, 2 Prestatges (La Redoute Interieurs)	58 x 72 x 44	Part d'una col·lecció de bany feta de roure i MDF.	153,30 €
Tauleta de nit de paret amb calaix (La Redoute Interieurs)	35 x 41 x 21	Prestatge gruixut per fer la funció de tauleta amb un calaix.	189,00 €

	
1. Moble baix, 2 prestatges	2. Tauleta de nit de paret amb calaix

Un cop observat una petita part del que es podria trobar a cadascun dels tipus de prestatge, se'n destaca la facilitat dels prestatges de disseny a perdre funcionalitat a favor de l'estètica i al contrari amb els prestatges industrials, tot i que en aquest cas es justifica la falta d'estètica degut al lloc al que estan destinats aquests tipus d'organitzadors. En el cas dels prestatges modulars, sorprèn que els sistemes modulars més desenvolupats siguin els dels prestatges de majors dimensions i els DIY al contrari, tots els prestatges són simples i petits. Per últim, en referència als prestatges amb funció de mobles s'ha intentat trobar productes on la prestatgeria sigui el concepte inicial i el moble un afegit, per sortir del típic moble amb prestatgeries, i el que s'ha trobat és escàs i molt exclusiu.

IKEA

I què es pot trobar a IKEA? IKEA ha esdevingut la referència en la venda de mobles i objectes per la llar. Fent una cerca pels mobles que es poder trobar al seu catàleg i prestant atenció als mobles que engloben la secció modular, s'hi poden trobar diferents productes amb infinitats de combinacions i tota la informació necessària per fer una comparativa. És per aquest motiu que s'han volgut tractar els productes d'IKEA de manera independent i considerar els seus productes com a referència.

A més a més, al catàleg d'IKEA s'hi poden trobar prestatgeries de disseny modulars, mobles domèstics amb diferents combinacions de prestatgeries, prestatgeries modulars amb funcions de moble i, fins i tot, mobiliari que podria passar com a industrial però amb un component estètic molt important: És a dir, a IKEA es poden trobar mobles amb característiques dels 5 tipus de prestatges anomenats anteriorment i això fa del catàleg d'IKEA una molt bona base per desenvolupar un nou projecte de producte modular.

De totes les sèries de productes que es poden trobar a IKEA, s'ha fet una classificació, dins de les sèries de mobles, d'aquelles que s'han considerat realment modulars i no les dels productes que es formen per blocs que també poden ser utilitzats independentment. De les escollides s'ha fet un segon filtratge per mostrar un producte de cada sèrie que ofereixi les característiques més similars possibles al producte que es vol desenvolupar, per poder comparar preus i funcionalitats:

- Sèrie LIXHULT: Sèrie amb inspiració industrial que treballa amb mòduls quadrats de xapa en diferents colors.



Figura 2. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie LIXHULT

Sistema de creació modular de prestatgeries
Joan Batllori Cornudella

- Sèrie KALLAX: No és una sèrie modular pròpiament dita però dins de la gamma s'ha pogut trobar un producte en concret digne de menció. Aquest producte és el divisor de balda, que mitjançant dues ranures a la part central de la seva estructura quadrada permet dividir un prestatge de l'estructura principal.



Figura 3. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie KALLAX

- Sèrie EKET: És una sèrie que treballa molt amb mòduls quadrats i que busca, a partir de la col·locació d'aquests petits mòduls, una imatge estètica, també jugant amb diferents colors.



Figura 4. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie EKET

Sistema de creació modular de prestatgeries
Joan Batllori Cornudella

- Sèrie ALGOT: Un sistema que ha cridat l'atenció és la manera de penjar diferents baldes en una guia metàl·lica vertical. Les baldes poden ser un penjador, un cistell, un estenedor i fins i tot una petita taula.



Figura 5. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie ALGOT

- Sèrie SVALNÄS: Aquesta sèrie sembla una evolució de la ALGOT, ja que passa de treballar només amb blanc a tenir textures de fusta. A més a més, també incorpora mòduls d'emmagatzematge en forma de petits armaris i el mòdul de taula incorpora calaixos.



Figura 6. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie SVALNÄS

Sistema de creació modular de prestatgeries
Joan Batllori Cornudella

- Sèrie ELVARLI: En aquesta sèrie ja es troba un sistema que s'independitza de la paret i que utilitza dos o més eixos verticals per contenir els diferents tipus de balda disponibles, des de baldes inclinades per a sabates fins a prestatges tancats, passant per penjadors de roba i prestatges simples amb dos punts de subjecció. És el sistema més complet trobat, tot i que les configuracions més complexes segueixen optant per una configuració "clàssica" de moble comú amb potes, ja que la sèrie es subdivideix en "Combinaciones de unidades laterales" i "Combinaciones de postes".



Figura 7. Prestatgeria modular d'IKEA, sèrie ELVARLI

2.5.4. AVALUACIÓ DE PRECEDENTS

Amb els productes analitzats a l'estudi de mercat organitzats per quatre grups de productes, el següent pas a sigut fer una comparativa sobre si les característiques extretes al quadre funcional estan presents en els grups de productes analitzats.

Amb això el que es pretén aconseguir és indicar i remarcar quines característiques, sobretot les crítiques, no estan presents en cap grup de productes. També s'han remarcat les característiques d'importància major que, tot i no ser crítiques, també tenen un grau d'importància a tenir en compte.

Funció ↓ // Avaluació →		Avaluació	Disseny	Moble	Simple	Modular
Principal	1. Prestatgeria modular personalitzable	Crític	No	No	No	Sí
Derivades (Objectes)	2. Espai per objectes grans	Major	No	Sí	No	Sí
	3. Prestatges resistents	Major	No	Si	No	No
	4. Evitar que caiguin els objectes	Crític	No	Si	No	No
	5. Mòduls específics per objectes no comuns	Menor	No	No	No	No
Derivades (Entorn)	6. Recursos suficients per adaptar-se a l'espai	Major	No	No	No	No
	7. Suficients opcions de personalització	Major	No	No	No	No
Derivades (Usuari)	8. Correcta interacció usuari – producte (funcions intuïtives)	Major	No	No	No	No
	9. Evitar o minimitzar les conseqüències d'un cop	Crític	No	No	No	No
	10. Complet manual d'instruccions	Crític	No	No	No	No
Derivades (Components)	11. Mòduls intercanviables sense desmuntar	Major	No	No	No	No
	12. Moviment mòduls	Crític	No	No	No	No
	13. Muntatge sense eines	Menor	No	No	Si	Si
Complementàries	14. Mòduls de llum pels objectes	Menor	Si	Si	No	Si
	15. Mòduls de llum ambient	Menor	Si	Si	No	Si
	16. Element identificació objectes	Menor	No	No	No	No
	17. Mòdul per paraigües/paperera	Menor	No	No	No	No
Comunicació	18. Senyal gràfica per indicar la possibilitat de moviment	Major	-	-	-	-
	19. Nom del producte dona idea del moviment dels mòduls	Menor	-	-	-	-
	20. Peces amb elements intuïtius que facilitin muntatge	Major	No	No	No	No
	21. Acabat gomós o polit (Sensació de qualitat)	Major	Si	Si	No	Si
Estètiques	22. Color&Trim segons indústria actual	Crític	Si	Si	Si	Si
	23. Estil neutre	Crític	No	Si	Si	Si
Social	24. Estil impersonal o representació global (de cara a publicitat)	Major	No	Si	Si	No
	25. Sensació de robustesa (joc mínim, sense pandejos excessius)	Crític	No	Si	Si	No
	26. Longitud mòduls segons antropometria	Major	No	No	No	No

2.6. FORATS I FINESTRES

Amb aquesta comparativa, i centrant l'atenció en les característiques que no estan sent ateses, s'han definit grups de característiques que podrien estar presents en un tipus de producte concret per així definir la concepció del producte a dissenyar, basat en unes característiques que no estan presents al mercat i, per tant, diferenciant-lo de la resta.

2.6.1. FORATS

Per una banda, hi ha característiques d'adaptabilitat a l'espai, adaptabilitat a l'usuari (evitant riscos per col·lisions), adaptabilitat als objectes amb el moviment dels mòduls muntats. Amb aquest recull de característiques, es defineix un producte adaptable, mòbil, modular.

Per una altra banda, es poden trobar característiques com opcions de personalització del producte en general i personalització dels mòduls en particular. Per tant, un segon forat pot ser el desenvolupament d'un producte personalitzable als requeriments de cadascun dels usuaris.

Per últim, també moltes característiques similars, tot i que rellevància menor que les anteriors. Que un producte ofereixi un complet manual d'instruccions, i no només en paper, és la més rellevant, però també n'hi ha que parlen sobre una correcta interacció de l'usuari amb el producte, utilitzant per exemple grafismes o formes a les peces que facilitin la comprensió sobre com va muntada. Això defineix un treball de desenvolupament enfocat a oferir un producte intuïtiu.

2.6.2. FINESTRES

Amb aquests forats confeccionats a partir d'aquesta selecció de característiques rellevants comuns, es plantegen idees i camins específics de desenvolupament per al nou producte, definint ja característiques i elements propis de cada idea.

Partim de les tres característiques crítiques que no estan presents a cap grup de productes.

- Evitar o minimitzar les conseqüències d'un cop.
- Complet manual d'instruccions.
- Moviment mòduls.

Al analitzar-les, la última característica pot englobar també el fet de poder preveure un possible cop amb la col·locació dels mòduls i de minimitzar també les conseqüències del cop que no s'hagi pogut preveure al reduir l'energia retornada a l'usuari transformant part de l'energia del cop en moviment. Per altra banda, tenim una direcció de treball amb la creació d'una manera de comunicar a l'usuari les diferents funcionalitats del producte, el seu muntatge, les seves limitacions, les seves possibilitats o fins i tot les seves capacitats d'ampliació, ja sigui en suports convencionals com manuals o guies d'usuari treballades per a que siguin simples i de fàcil comprensió o també d'explicacions interactives, vídeos de muntatge, fotografies amb diferents opcions de personalització...

Amb això ja s'obtenen dos possibles finestres per enfocar el treball futur. Però si s'analitzen les característiques d'importància major i es troben característiques similars que poder agrupar, això també pot definir una finestra de treball. Per exemple:

- Recursos suficients per adaptar-se a l'espai.
- Suficients opcions de personalització.
- Longitud mòduls segons antropometria

Aquestes tres característiques, les dues primeres molt lligades, tracten un tema de personalització i d'adaptabilitat tant a l'espai com a l'usuari. Per tant, les finestres que deriven d'aquest anàlisi són:

- 1) Prestatgeria "User-friendly":
 - a) Funcions clares i visibles.
 - b) Complet manual d'usuari (muntatge i funcions).
 - c) Evitar necessitat d'eines.
 - d) Elements d'identificació dels objectes de cada prestatge.
 - e) Elements a les connexions que donin informació del muntatge.
 - f) Peces agradables al tacte. Sensació de qualitat.
 - g) Estil general neutre que permeti adaptar-se a qualsevol decoració.
 - h) Mostrar un estil impersonal.
 - i) Sensació de robustesa. Pandejos mínims.
 - j) Alçada dels mòduls adaptades a l'antropometria humana.
- 2) Prestatgeria mòbil:
 - a) Adaptació a l'espai on es munta.
 - b) Espai per a objectes grans.
 - c) Evitar que els objectes puguin caure.
 - d) Evitar que molesti al passar.
 - e) Mòduls mòbils.
 - f) Senyals gràfiques que indiquin el moviment.
 - g) Nom del producte relacionat amb el moviment dels mòduls.
 - h) Sensació de qualitat.
 - i) Estil general neutre que permeti adaptar-se a qualsevol decoració.
 - j) Mostrar un estil impersonal.
 - k) Sensació de robustesa. Pandejos mínims.
 - l) Alçada dels mòduls adaptades a l'antropometria humana.
- 3) Prestatgeria "a la carta":
 - a) Adaptació als gustos de l'usuari.
 - b) Espai per a objectes grans.
 - c) Mòduls específics per a objectes no comuns.
 - d) Adaptació/Diferenciació de altres mobles
 - e) Intercanvi de mòduls
 - f) Mòduls de llum
 - g) Mòdul per paraigües / paperera
 - h) Sensació de qualitat.
 - i) Combinació de colors y materials segons el que es pugui trobar a la indústria.
 - j) Mostrar una selecció global de les peces personalitzables.
 - k) Sensació de robustesa. Pandejos mínims.
 - l) Alçada dels mòduls adaptades a l'antropometria humana.

2.6.3. MINDMAP

Abans de realitzar un estudi exhaustiu de les característiques dels productes i definir una finestra que indiqui la direcció de desenvolupament, s'ha volgut realitzar un MindMap per recopilar tots els conceptes que s'han extret de la anàlisi de mercat, l'estudi dels precedents i la informació rebuda per diferents usuaris per donar una primera aproximació sobre la direcció de desenvolupament que pot adoptar el nou producte.

El MindMap s'estructura de la següent manera:

- A l'esquerra del dibuix partim de la anàlisi de mercat, d'on s'han extret cinc categories de productes amb enfocaments diferents sobre el tipus de producte al qual van destinats, una valoració del seu cost respecte la mitjana i les característiques més importants de cadascun d'ells, ordenades de més important a menys.
- A la dreta es parteix de l'usuari, on mitjançant una enquesta ha donat informació sobre el tipus d'objecte que s'acostuma a col·locar més en un prestatge, les característiques més importants que es tenen en compte a l'hora de comprar-ne un i si prefereix fer una inversió o buscar productes a partir del preu més baix.
- Amb la informació del mercat i l'usuari d'aquests tres punts (objectes, característiques i preu) es fa una triple comparativa, per esbrinar quina és la combinació ideal per trobar aquesta primera direcció de treball a partir del tipus d'objecte a col·locar, les característiques que ha de tenir i si ha de focalitzar-se en oferir una bona qualitat i valor afegit o pel contrari s'ha de mantenir el cost contingut.

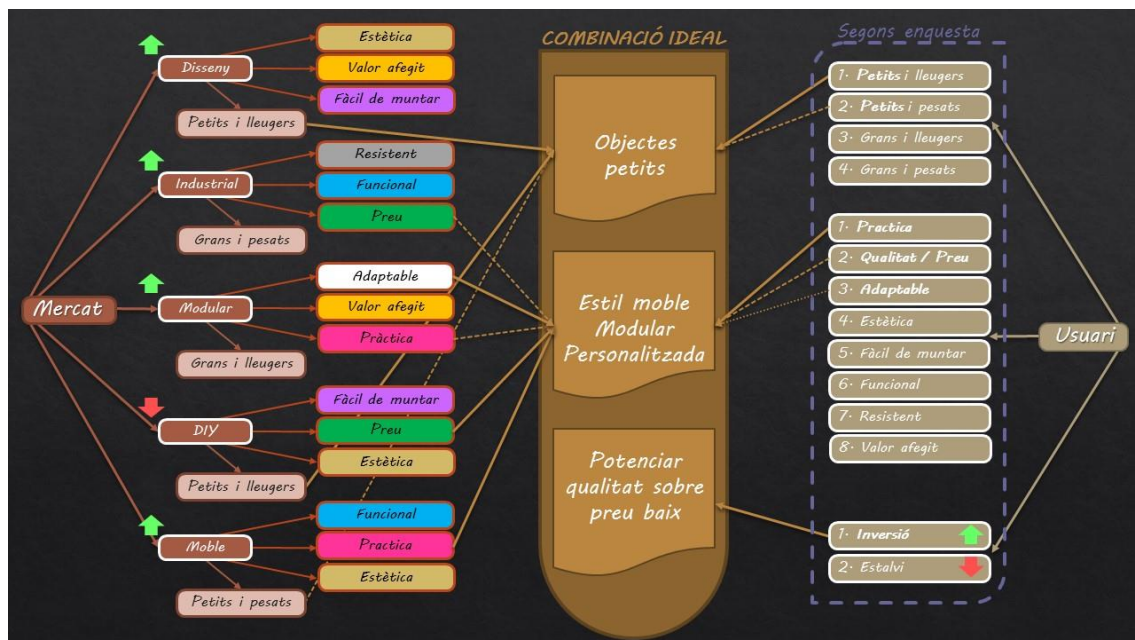


Figura 8. Mostra reduïda del Mindmap. Imatge completa a Annexes.

Amb aquesta pauta, es conclou que:

- Els objectes que solen col·locar els usuaris solen ser objectes petits, tant pesats com lleugers. Dels productes trobats al mercat, els de disseny i els DIY responen a aquest tipus de producte.
- Les característiques més valorades pels usuaris són que el prestatge sigui pràctic, amb una bona qualitat/preu i adaptable. Aquestes característiques responen als productes modulars (tan per adaptabilitat com per practicitat), als integrats en un moble i als DIY.

El cost del producte, segons els usuaris, pot invertir en qualitat i en valor afegit, igual que la gran majoria dels productes analitzats a excepció dels DIY, que per concepció son els que busquen la funcionalitat amb la mínima inversió possible.

2.7. SELECCIÓ FINESTRA

Les finestres, doncs, a valorar són les següents:

- Per una banda, enfocar el sistema a la creació de prestatgeries plenament a l'usuari, i que la seva utilització i muntatge sigui fàcil i intuïtiu, sense la necessitat d'utilitzar eines i amb indicacions gràfiques que vagin guiant a l'usuari pas a pas en el muntatge del sistema i en el descobriment de totes les funcions que és capaç d'oferir.
- Per altra banda, el sistema podria enfocar-se a crear un prestatge amb elements mòbils, ja siguin prestatges o fins i tot, la pròpia estructura, amb les avantatges de modulabilitat que això suposa.
- Com a tercera opció, un camí a seguir seria oferir la personalització del producte com a reclam principal. Colors, materials, mòduls, formes i mides al gust del client per donar-li la possibilitat que ell mateix munti un prestatge únic i adaptar plenament a les seves necessitats.

Per escollir la finestra més adient, s'han tingut en compte una sèrie de conceptes que valoren el producte segons el mercat, l'usuari, el fabricant i la seva viabilitat.

Novetat respecte al que ja existeix

De les tres opcions sobre la taula, no totes presenten novetats respecte al que ja es pot trobar al mercat. Totes aporten alguna cosa més al mercat, però en el cas d'un prestatge "User-friendly", per exemple, si es poden trobar prestatges que es puguin muntar sense eines, tot i que és cert que son prestatges petits, simples i de poca capacitat de càrrega.

En el cas del prestatge "a la carta", també podem trobar al mercat prestatges que ofereixin una gamma de colors al seu catàleg, diferents tipus de fusta o diferents acabats metàl·lics, així que una característica nova no és, tot i que normalment aquestes personalitzacions a vegades són molt limitades i no es poden combinar plenament. El que sí seria nou seria oferir una personalització en quant a tipus de mòduls disponibles (no simplement prestatges rectes de diferents mesures). Això permetria tenir una estructura que es podria adaptar a diferents objectes o usos oferint un espai adaptat a aquest objecte o uns mòduls adaptats a la funció que es necessiti (un penjador per un abric, per exemple, es podria canviar per un prestatge amb forat, per col·locar tornavisos, passant per un prestatge en forma de test per col·locar-hi flors).

En el cas del prestatge mòbil però, és la idea on es visualitza una novetat més clara, ja que moviment pròpiament dit als prestatges costa de trobar (baixar per exemple un prestatge implica desmuntar els pius que l'aguanten i col·locar-los a un forat diferent). A l'estudi de mercat realitzat anteriorment sí que es pot trobar un prestatge que té moviment, però el seu moviment és, per una banda, un gir de 180°, i per altra, lineal seguint unes guies al sostre i al terra, sempre de tota l'estructura, no del prestatge per separat.

És interessant destacar en aquest punt les limitacions del mercat en dues de les tres finestres: En el cas d'una prestatgeria que ofereixi una completa gamma de accessoris, amb colors i mòduls diferents, moltes vegades són conjunts de peces els que s'intercanvien, no només una sola peça (almenys no una rellevant). En el cas d'un prestatge mòbil, el prestatge que s'ha vist que realment té moviment necessita de

suports externs, com guies, que complica moltíssim la integració del sistema en la gran majoria d'espais, degut a l'espai que necessita el sistema.

De totes maneres, en aquest apartat destaca el prestatge mòbil, per davant del prestatge "a la carta" i el prestatge "User-friendly" en quant a novetat.

Facilitat de portar-ho a terme

Per a un prestatge "User-Friendly", afegir gràfics o imatges al producte que guiïn a l'usuari és molt fàcil d'aconseguir, oferir un manual complet o fins i tot interactiu també, només es qüestió de dedicar temps. Ara bé, oferir un prestatge de certa complexitat sense eines té un problemàtica obvia difícil d'evitar. Si un prestatge ha de suportar un pes considerable, una de dos, o està emportat a la paret i forma part d'ella o està ben collada mitjançant cargols. Ara bé, la paret és la que és i no es pot canviar, però les unions entre peces del producte sí poden modificar-se i adaptar-se entre elles perquè elles mateixes portin un sistema d'unió ràpid i eficaç que no requereixi utilitzar un element extern.

Un prestatge "a la carta", per la seva part, no presenta grans problemes per augmentar el seu catàleg de colors, de fustes a utilitzar o d'acabats a les peces metàl·liques. El que és complicat però és oferir tot això amb un preu raonable. Per altra banda, oferir mòduls enfocats a diferents productes no és un problema sempre i quant el disseny ho tingui en compte. El que realment és un problema és necessitar un espai on col·locar un objecte i que el prestatge no ho permeti degut a les seves limitacions d'estructura. Com s'ha comentat abans, moltes vegades tenir dos variants d'una mateixa peça implica també tenir suports propis de cada variant o peces de l'estructura dedicades a cadascuna de les variants, amb el que això pot implicar econòmicament.

Facilitat per crear un prestatge mòbil sí presenta unes complicacions tècniques acusades principalment per oferir una capacitat de càrrega mitjana amb un moviment de rotació o de translació mentre aquesta càrrega és present. Crear un prestatge amb rodaments que siguin capaços d'oferir moviment sota càrrega seria una solució, no simple. Per altra banda, però això implica que la principal funció d'un prestatge, que és donar un suport per mostrar o emmagatzemar objectes, pugui veure's compromesa si aquest suport es mou amb facilitat i provoca que caiguin els objectes. Ara bé, una solució que no presentaria problemes extra (almenys a priori) seria utilitzar el concepte de rodaments de fregament entre les pròpies peces: Ajustant l'acabat i fent una bona selecció dels materials en contacte es pot ajustar aquest frec i oferir moviment però minimitzant la inèrcia dels elements mòbils. Però unes toleràncies molt fines impliquen uns costos elevats.

Així doncs, de cadascuna de les tres finestres se'n poden extreure característiques fàcils d'aplicar i característiques que tot i ser complicades, tenen una solució, en tots els casos cara. En els tres casos, el principal problema radica en el contacte entre les peces, o la interacció entre elles.

Relació cost/valor

Oferir moltes funcions però a un preu desorbitat no és bona idea. Oferir un preu molt baix però sense valor afegit, tampoc. Dedicar un moment a oferir una solució tan simple i fàcil com petites pautes per guiar a l'usuari, o oferir un manual complet, que no doni opció a dubtes, que faciliti les operacions de l'usuari i li estalviï temps (i de pas, eviti molèsties) col·loca l'opció d'un prestatge "User-Friendly" intuïtiu en primer lloc en qüestió de relació cost/valor. Solucions molt simples, si afecten directament a l'usuari, poden aportar molt valor afegit.

En el cas de prestatges "a la carta" o mòbils, les dues opcions presenten valors afegits cars d'aplicar o que impliquen un augment del cost significatiu, ja sigui per la necessitat de redissenyar més peces de les que realment es poden canviar o per aplicar uns sistemes de moviment no adaptats a un prestatge. El prestatge "a la carta" i el prestatge mòbil, doncs, queda per darrere del prestatge "User-Friendly", però què passaria si hi hagués un sistema que evités els problemes d'aquests dos primers? I si a més a més permetés el muntatge sense eines de prestatgeries més grans?

Benefici per l'usuari

Analitzant punt per punt les tres finestres, i sobretot, les seves problemàtiques, sorgeix una quarta finestra, tot i que aquesta ja no tracta de dissenyar un prestatge pròpiament dit.

Seria beneficiós per l'usuari un sistema que permetés portar a terme totes les característiques rellevants de les tres finestres anteriors? Òbviament sí.

Per valorar el benefici cap a l'usuari primer s'ha de definir quin usuari serà, i això és impossible. Per un usuari domèstic amb uns coneixements mitjans i habilitats per realitzar treballs manuals bàsics, normalment sap exactament el que vol i com ho vol. Un prestatge "a la carta" pot ser una bona alternativa per aconseguir el prestatge adequat, tot i que potser és un usuari clàssic que amb una combinació típica que es pot trobar a qualsevol prestatge és suficient.

En canvi, si l'usuari és de caire domèstic però no té gaire traça, no està habituat a muntar-se ell les coses o té qualsevol tipus de limitació, qualsevol ajuda és ben rebuda, així doncs, evitar l'ús d'eines que probablement no tingui a l'abast, un manual pas a pas ben estructurat o pistes sobre com es munten les peces o com funcionen serà valorat molt positivament per aquest tipus d'usuari. Però aquestes ajudes, molt clares i precises, no serveixen per muntatges més complexos, que requereixen d'un manual d'instruccions explicatiu.

Canviant d'àmbit, per un usuari que vol un prestatge per un ús més laboral, com per exemple utilitzar el prestatge per mostrar els productes que ven, ja sigui en una fira, convencions o en una botiga mateix, un prestatge mòbil pot ser un element molt útil i, fins i tot, una eina que faciliti la venda dels seus productes.

Valorar el benefici que pot tenir l'usuari és complicat de definir si no es coneix a quin tipus d'usuari anirà. Analitzant les finestres, la personalització pot donar un benefici més global però menor; en canvi amb un prestatge "User-Friendly" s'ofereix un benefici molt més gran, tot i que a usuaris molt més concrets que ho puguin necessitar. El prestatge mòbil, en canvi, pot arribar a oferir un benefici a qualsevol usuari, ja que és molt probable

que en algun moment, segons els objectes que es vulguin col·locar, li sigui útil la funcionalitat mòbil del prestatge.

Un sistema de muntatge, en canvi, que permetés un muntatge intuïtiu, que permetés adaptar diferents mòduls en una mateixa fixació i que oferís un moviment de les seves peces de manera controlada oferiria una prestatgeria amb beneficis per a tots els usuaris.

Benefici pel fabricant

El fabricant té una importància molt crítica en possibilitar que un producte arribi al client. Un producte pot oferir moltes bondats que seran ben rebudes pels usuaris però si no hi ha fabricants que puguin tenir un marge en termes econòmics que reporti beneficis, el producte no oferiria viabilitat per arribar a la venda.

En aquest cas, un prestatge “User-Friendly” presenta unes funcions que no impliquen una complicació pel fabricant. Col·locar o no col·locar un gomet a les peces fabricades o imprimir un manual més o menys complex no complica en excés la fabricació. Tampoc unes peces més complicades de fabricar pel fet d’integrar un sistema de muntatge impliquen per al fabricant una inversió molt més elevada, sobretot en peces de plàstic per injecció.

En canvi, tenir moltes variants d’una mateixa peça com al prestatge “a la carta” o encara més, tenir moltes peces diferents per un mateix producte pot complicar la cadena de producció, ja sigui per la necessitat de diferents màquines, canvis d’utillatge, necessitat de diverses línies de producció, tirades curtes...

Un prestatge mòbil o un sistema de muntatge en general com el que s’està valorant, simplement implicaria la utilització o fabricació de peces específiques per la rotació o per sistema, així que des de el punt de vista del fabricant, amb un bon disseny darrere tampoc hauria de tenir excessius problemes per fabricar unes peces per un prestatge o un sistema.

Benefici cultural

Analitzant les quatre finestres, cap d’elles repercuteix negativament en l’aspecte cultural de cap regió. Ara bé, un prestatge personalitzable podria ser utilitzat en mítings, exposicions o en espais privats mostrant uns colors representatius d’un país, regió o un petit grup de gent que afavoriria la comunicació dels valors del col·lectiu al qual representaria. Per altra banda, un prestatge “User-Friendly” podria oferir detalls per les persones cegues o visió reduïda, oferint les indicacions gràfiques en forma de llenguatge Braille en comptes d’utilitzar imatges gràfiques.

Un prestatge mòbil o un sistema de muntatge específic, en canvi, no sembla, a priori, que ofereixin cap benefici cultural concret.

Benefici social

Analitzant els beneficis que poden aportar aquestes idees, ja no només als usuaris directes dels productes, sinó als usuaris indirectes o secundaris que, tot i no tenir el producte en propietat sí faran ús d'ell, les tres propostes inicials també aporten benefici a altres usuaris.

Un prestatge "User-Friendly" en una residència d'avis, per exemple, on el prestatge el poden utilitzar tan cuidadores com gent gran que té necessitats específiques d'ús degut a la seva edat; o un prestatge mòbil per un venedor per exposar els seus productes, els clients també agrairan poder utilitzar aquesta rotació per mirar els productes exposats. Un prestatge "a la carta" pot servir per subjectar de manera habitual cascos de moto, fotografies i les claus de casa, per exemple, juntament amb els abrics dels que visquin al pis però també oferir més baldes per subjectar abrics quan hi ha una trobada familiar i es necessita espai no per tres abrics, si no per vuit o deu. Els familiars també poden beneficiar-se d'un prestatge així.

Per tant, un sistema que permeti tots aquest canvis, adaptacions i característiques també reporta en un benefici a tota la societat que interactui amb un prestatge d'aquest tipus.

Centrant l'atenció a un benefici ecològic, que ens beneficia a tots, les quatre propostes tenen com a màxima tenir cura del medi ambient en la mesura del possible, minimitzar el rebuig que provoca la seva fabricació, obtenir la matèria primera i l'energia necessària de fonts renovables, etc.

Totes elles també tenen com a màxima la seguretat davant de tot i totes elles tenen en compte que qualsevol usuari que tingui contacte amb el producte ho faci amb unes condicions de seguretat idònies.

Ara bé, cap d'elles dona peu a utilitzar una publicitat global, totes elles es centren en un tipus d'usuari concret. Pensant en tots els usuaris, poder ser anunciat a tot tipus d'espais i recintes, poder arribar a oferir alguna cosa a qualsevol persona, s'observa que un sistema com el sorgit en aquest anàlisi sí podria fer-ho.

Selecció final:

Per finalitzar i donar pas a la redacció d'un brífing, si s'ordena com si d'un podi es tractés tots els criteris valorats, s'obté un valor que representaria la posició final de cada finestra, amb un valor més baix la millor opció. Al sorgir una quarta finestra que és diferent en desenvolupament (tracta sobre un sistema no sobre un prestatge pròpiament dit) però que pot servir com a eina per arribar al tipus de prestatge de les altres tres finestres, també s'ha inclòs en aquesta valoració:

<i>Mín. 7 – Màx. 21</i>	“User-Friendly”	Mòbil	“A la carta”	Sistema de muntatge
Novetat	3n	1r	2n	1r
Facilitat de fer-ho	1r	3r	3r	2r
Cost / Valor	1r	2n	3r	1r
Benefici Usuari	3r	2r	3r	1r
Benefici Fabricant	1r	2n	3r	2r
Benefici Cultural	2n	3r	1r	3r
Benefici Social	2r	2n	2r	1r
TOTAL	15	13	11	17

Pensant en el sistema de muntatge com una eina o un pas previ per aconseguir els altres productes, no sorprèn que a la valoració surti com a guanyadora. El prestatge mòbil i el prestatge a la carta, en les últimes posicions, són les més afectades per la dificultat que comporta portar-ho a terme sense un sistema pensat per això respecte a un concepte de prestatgeria com es la “User-Friendly” que no requereix, almenys en tanta mesura, un sistema global així.

Finestra: Sistema de muntatge de prestatgeries.

- Presenta una novetat respecte a tot el que hi ha al mercat.
- La possibilitat d'adaptar el prestatge a qualsevol tipus d'espai amplia el mercat potencial i pot donar servei tant a espais domèstics com més corporatius, com fires o empreses.
- La seva concepció implica directament a la possibilitat de dur a terme les altres finestres, facilitant el desenvolupament partint d'un sistema d'aquestes característiques.
- Ofereix algun benefici a qualsevol tipus d'usuari.
- En principi el fabricant no té un marge comercial més gran que les altres propostes, però si la publicitat de fabricar un sistema innovador.
- No ofereix un benefici cultural clar, però pot servir per desenvolupar un altre producte derivat que sí ho faci.
- Importants beneficis socials, oferint un producte no existent al mercat.

Les característiques de fàcil aplicació de les altres finestres i que no necessiten d'un sistema d'aquestes característiques segueixen sent aplicables, ja que no necessàriament han de presentar una incompatibilitat amb aquest.

2.8. BRIEFING

Per finalitzar aquesta feina introductòria, abans de començar a desenvolupar el producte, s'ha procedit a redactar un brífing per tal de resumir tota aquesta feina de posicionament dins del mercat, opinió dels usuaris, viabilitats i característiques en una llista de requeriments que s'han d'intentar assolir en el disseny del producte i fer que estiguin presents en el producte final.

El brífing esta subdividit en objectius del producte, tipus o variacions que pot adoptar el mateix per assolir aquests objectius i característiques, en un primer punt les específiques o claus que defineixen el producte i en un segon les característiques més globals o més generals del tipus de producte.

Partint de la idea de crear un sistema de muntatge de prestatgeries i que aquest serveixi per crear diferents tipus de prestatges, se'n deriva que aquest sistema ha de ser modular per poder ser el més universal possible i que pugui adaptar-se als diferents tipus de prestatges que donarà lloc un sistema d'aquestes característiques.

Producte:

Sistema de creació modular de prestatgeries.

Objectiu:

Dissenyar un sistema on l'usuari pugui crear un prestatge domèstic que s'adapti a les seves necessitats, a les necessitats d'espai i/o de càrrega.

El sistema ha de permetre muntar diferents tipus de mòduls per oferir personalització i adaptabilitat, així com també permetre el moviment dels mateixos sobre l'estructura.

El sistema ha de ser un punt de partida per poder desenvolupar altres tipus d'estructura, sempre afavorint un muntatge intuïtiu i amb el mínim d'eines.

Tipus:

El sistema ha d'adaptar-se a qualsevol tipus d'ancoratge:

- Fixació de dos punts o més a paret.
- Fixació d'un o més punts a paret i d'un a més al sostre i/o al terra.
- Suport de peu amb tres o més punts a terra.

Característiques específiques:

Respecte als objectes:

- Han de donar la possibilitat d'oferir un espai de càrrega per col·locar la gran majoria d'objectes que pugui agafar una persona sense ajuda.
- Ha de poder suportar qualsevol càrrega que una persona pugui agafar sense ajuda.

Respecte al sistema:

- Ha de formar-se a partir de mòduls, tants com l'usuari vulgui.
- Els mòduls han de tenir moviment independent un dels altres.
- Els mòduls han de poder muntar-se sense eines.
- S'han de poder col·locar mòduls específics per diferents objectes.
- El sistema, tot i que mòbil, ha d'evitar en la mesura del possible la caiguda accidental dels objectes per culpa d'aquesta característica.

Respecte a la facilitat d'ús:

- Qualsevol usuari ha de poder moure els mòduls sense gaire esforç.
- Els moviments dels mòduls ha de ser suau però limitat i controlat.

Característiques generals:

- El sistema, tot i que mòbil i muntat per peces, ha d'oferir com a mínim una sensació de robustesa, evitant pandejos i jocs excessius, similar a d'un prestatge comú.
- Ha de permetre la modificació de l'alçada entre mòduls.
- Totes les peces en contacte amb l'usuari han de tenir una especial consideració en l'arrodoniment de les seves vores, degut al contacte constant.

3. PROPOSTA CONCEPTUAL

Amb la realització del briefing s'obria la via per començar a desenvolupar el producte. Per iniciar aquest desenvolupament, primerament es realitzen dos storyboard: El primer contempla la seqüència d'ús des de el punt de vista de l'usuari d'un prestatge qualsevol i la seqüència del producte a desenvolupar. El segon, serveix per explicar la seqüència de muntatge de l'actual producte per conèixer des d'on parteix el desenvolupament.

Amb aquests dos storyboard es troben una sèrie de problemes o aspectes a millorar que, mitjançant un brainstorming, s'intenten trobar les solucions més apropiades.

3.1. STORYBOARD

En primer lloc, per saber que desenvolupar, s'han pensat en els actuals problemes a resoldre. Per identificar-los, s'han realitzat dos storyboard. Per una banda, per documentar tant l'ús que li podria donar qualsevol usuari a un producte de característiques similars al producte que s'està desenvolupant, com l'ús que li farà a aquest producte. Per altra, centrar l'atenció en el procés de muntatge i analitzar pas a pas quines diferències hi ha, pot haver o haurien d'haver per oferir una millor experiència. Amb aquest pas previ es vol determinar quin es el punt de partida i explicar la base sobre la qual es treballarà.

3.1.1. SEQÜÈNCIA D'ÚS

A la gran majoria de productes que podríem englobar com a prestatge comú, per norma general, podem trobar-hi una sèrie d'accions o situacions que són presents en algun punt de la seva vida útil, exceptuant el muntatge, que aquest sí que pot variar respecte a un producte o a un altre. Analitzant aquestes accions, sobretot les més susceptibles a ser millorades, es pot fer una comparativa amb les accions que es plantegen per al nou producte o les situacions que l'usuari es pot trobar i millorar-les, per així oferir una millor l'experiència d'ús.

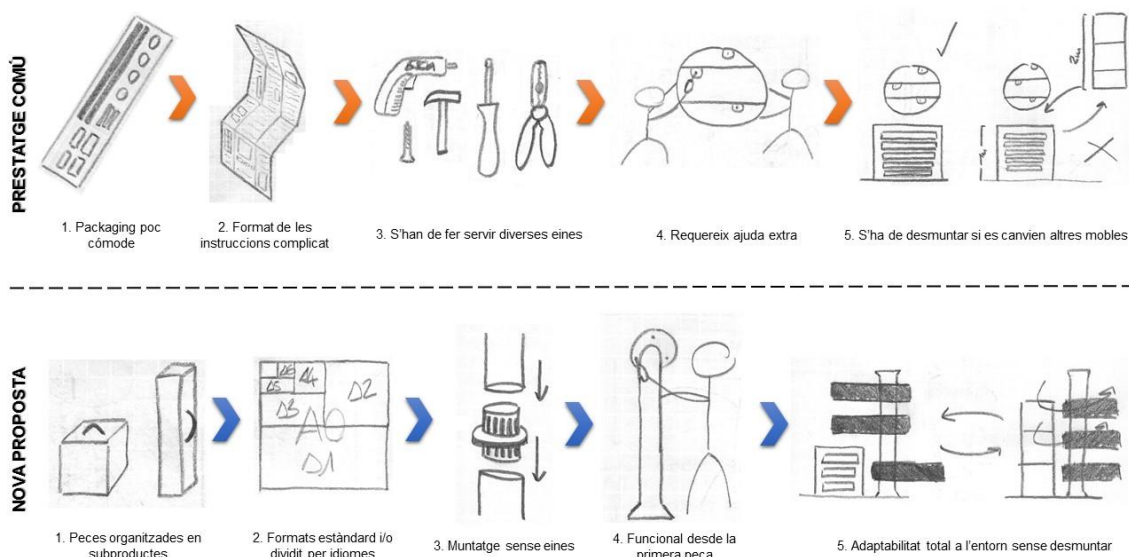


Figura 9. Storyboard d'ús

A la part superior de la imatge es pot observar el procés pel qual probablement passi l'usuari al comprar un prestatge comú fins a utilitzar-lo, remarcant sobretot els punts més millorables.

- En un primer moment, moltes vegades un usuari al comprar un prestatge ja es troba amb caixes grans, de difícil transport i, en la majoria dels casos, ni tan sols té cap mena d'ajuda per ser carregada, com poden ser nanses o forats. Si a més a més, en comptes de prestatges de fusta els vol de vidre, haurà de comprar aquests últims a part, en una segona caixa, ja que a la primera s'inclouen els de fusta i no poden ser canviats.

Al obrir el paquet, s'hi poden trobar totes les peces necessàries per fer el muntatge, tot i que en molts casos és necessari treure totes les peces de la caixa per organitzar-les i saber per on començar.

- En aquesta tasca, l'usuari pot recórrer a un manual de muntatge que s'inclou a la caixa. En molts casos, un full de grans dimensions plegat d'una manera concreta que, un cop desplegat, costa molt fer tornar a la forma original. Escrit en diversos idiomes, per trobar el propi probablement l'usuari hagi de donar la volta al paper dues vegades i rotar-lo un parell més fins a trobar el que busca. En el pitjor dels casos, es pot tenir la mala sort de trobar el dibuix o el diagrama que ajuda al muntatge a la cara oposada on està l'explicació en l'idioma propi, amb la conseqüent molèstia per l'usuari d'anar girant el paper a cada consulta.
- Un cop l'usuari sap quines peces són les primeres a muntar i ja les ha presentat, pot passar que el tornavís que pensava que serviria no coincideix amb el cargol que pretén col·locar. A més a més, probablement en una altra peça, normalment a les de mida més petita, trobi una altra mesura de cargols, o bé no hi trobi cargols, sinó claus. Ara bé, és cert que hi ha productes que es plantegen amb un sistema de muntatge amb unes peces pensades per a que l'usuari pugui cargolar les peces amb les seves mans. Malgrat això, probablement al final l'usuari acabi recorrent a una eina per tal de deixar-ho ben collat, per si de cas. Al acabar el muntatge, sovint hi pot haver 2 o 3 eines diferents tirades per terra.
- També cal dir que si l'usuari ha tingut la sort que algú l'hagi ajudat en el procés de muntatge per subjectar les peces, almenys no haurà d'haver fet equilibris per subjectar l'estructura a mig muntar amb una mà mentre intenta arribar a l'eina necessària en aquell moment.
- Finalment, ja hagi sigut amb ajuda o directament s'hagi deixat en mans d'una altra persona, l'usuari ja pot fer ús del seu prestatge. Però pot donar-se el cas que l'habitació on està muntat pateixi canvis implicant haver de moure el prestatge muntat. Si és petit, es pot optar per moure'l a pes, tot i que no seria el més recomanable. Si cal desmuntar-lo, probablement s'hagi de fer completament.

Totes aquestes situacions són un recull de possibles maldecaps que pot trobar un usuari en muntar un nou prestatge. Difícilment, això sí, l'usuari no es trobarà més que dos o tres en un mateix producte, però posar-se en els pitjors dels casos permet obtenir la llista d'accions o situacions que fóra bo evitar en la concepció d'un nou producte. En aquest nou producte, el procés s'ha d'intentar que sigui de la següent manera:

- En un primer moment el producte, subdividit en conjunts més petits, es pot trobar en petites caixes, amb la possibilitat que l'usuari compri només els mòduls que necessiti.
- El manual d'instruccions pot estar dividit en diferents fulls, segons l'idioma, o partir d'un full de dimensions estàndards fàcil de desplegar i plegar, amb marques que indiquin el sentit del plec.
- El muntatge es realitza, sempre que sigui possible, entre geometries de les pròpies peces, sense necessitat d'eines ni peces d'unió. Les úniques peces que en necessitarien serien les que anirien collades al suport que faria de bancada, com per exemple la paret. Aquestes peces, al ser similars en mesura i de funció similar, poden utilitzar el mateix tipus de peça d'unió.
- Quan una d'aquestes peces hagi estat collada, les altres peces, al subjectar-se entre elles, no caldrà subjectar-les, ja que poden romandre sense caure. Això permetria que l'estructura pugui ser muntada per una sola persona, ja que simplement és necessari aguantar la nova peça a col·locar i no tota l'estructura.
- Si hi ha canvis a l'entorn del prestatge, aquest té la capacitat d'adaptar-se permetent la mobilitat dels mòduls muntats respecte a l'estructura on estan muntats. Si fos necessari canviar algun mòdul, no seria necessari desmuntar tot el producte.

Amb aquesta sèrie de millores s'evitaria en gran mesura les males experiències de l'usuari amb un producte. Sempre pot haver usuaris que segueixin trobant problemes en aquest procés, o que en el nou producte se'n trobin d'uns altres, però s'ha considerat una manera de evitar almenys els que es troben a la competència.

3.1.2. SEQÜÈNCIA DE MUNTATGE

En referència al muntatge, ja que el nou sistema està pensat per poder muntar un prestatge d'una manera molt diferent del que es pot trobar al mercat, s'ha considerat tractar-lo en més profunditat i intentar plasmar en una sèrie de passos quin és el procés de muntatge de l'actual producte del qual parteix aquest projecte.

Probablement, quan el nou sistema estigui integrat en el producte final, el procés de muntatge no serà exactament igual que el que es mostra ara, però conèixer aquesta seqüència servirà per identificar les actuals peces que seran redissenyades a partir d'ara.

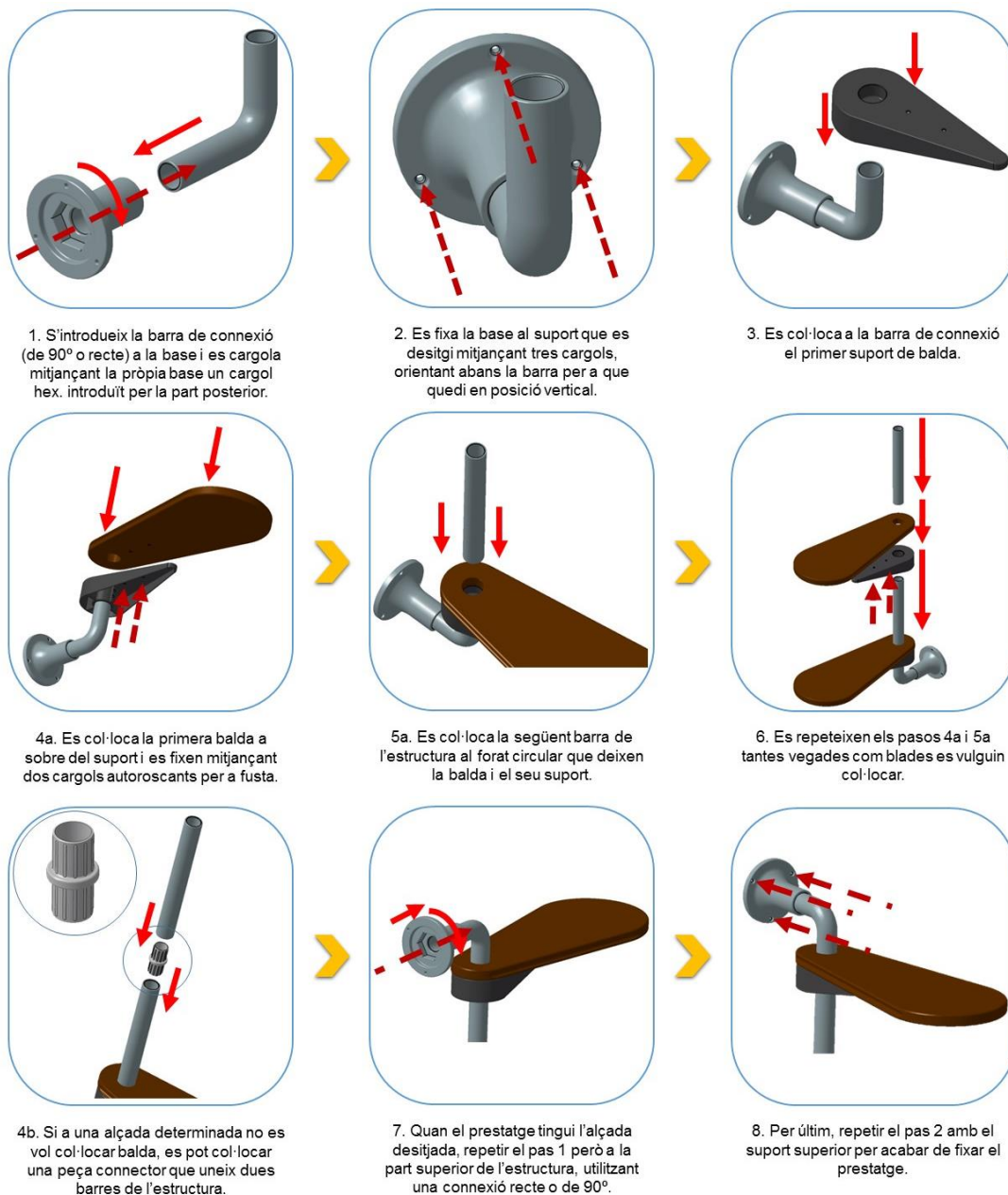


Figura 10. Seqüència de muntatge del producte inicial

El muntatge parteix d'una unió cargolada entre el suport que es collarà a la paret amb un primer tub, anomenem-lo "de connexió", ja que connecta l'estructura amb el suport i que, segons quina variant de tub s'utilitzi, el suport serà a la paret (un tub a 90°) o si aquest és recte pot anar a terra o al sostre.

Aquest tub de connexió, que s'introdueix dins del suport té, a l'extrem més llarg, una rosca interior que permet cargolar un cargol introduït per la part posterior del suport. El suport està pensat per poder allotjar per la seva cara posterior un cargol hexagonal. Amb això, s'aconsegueix que la pròpia peça pugui utilitzar-se per cargolar.

Un cop aquestes dues peces estan unides ja es pot fixar, en aquest cas, a la paret. Al marcar la posició dels forats, s'ha de tenir en compte que el tub quedi en una posició vertical amb l'ajuda d'un nivell.

Quan aquest conjunt queda fixat a la paret, la resta de l'estructura es pot anar muntant a sobre d'aquest, començant per un suport de balda, que simplement es posiciona a sobre del tub de connexió.

Un cop posicionat el suport de balda ja es pot col·locar la balda a sobre, que va fixada mitjançant dos cargols autoroscants introduïts per sota del suport.

Aquests dos cargols, a més a més de fixar la balda, també centren el forat de la mateixa amb el forat superior del suport, permetent que un eix, que pot ser anomenat "de separació", es pugui col·locar per sobre i repetir aquesta operació tantes vegades com blades es vulguin posar.

Si en una alçada determinada no es vol col·locar balda, o es volen unir dos eixos de separació per col·locar la següent balda més alta, es pot col·locar, mitjançant una lleugera pressió, una peça d'unió entre eixos.

Finalment, quan s'hagin col·locat totes les baldes desitjades, simplement s'ha de col·locar, en comptes d'un altre eix de separació, un tub de connexió i fer el muntatge del suport igual que s'ha fet amb la part inferior. En el cas de voler collar a la paret, com el tub de connexió pot girar respecte a l'eix central de l'estructura, simplement s'ha d'orientar el suport per marcar els forats a fer.

3.2. BRAINSTORMING

Un cop explicat quin és el punt de partida, es procedeix a realitzar un brainstorming per posar sobre la taula problemes que cal resoldre de l'actual producte per assolir els objectius marcats i, mitjançant idees i nous conceptes aplicables al sistema, escollir les millors solucions a aplicar al nou producte.

3.2.1. RECALL IDEES USUARIS

Per arribar a aquestes solucions, s'ha volgut analitzar la viabilitat de les idees dels usuaris que van deixar propostes o idees al lloc que es va habilitar a l'enquesta per a aquesta finalitat.

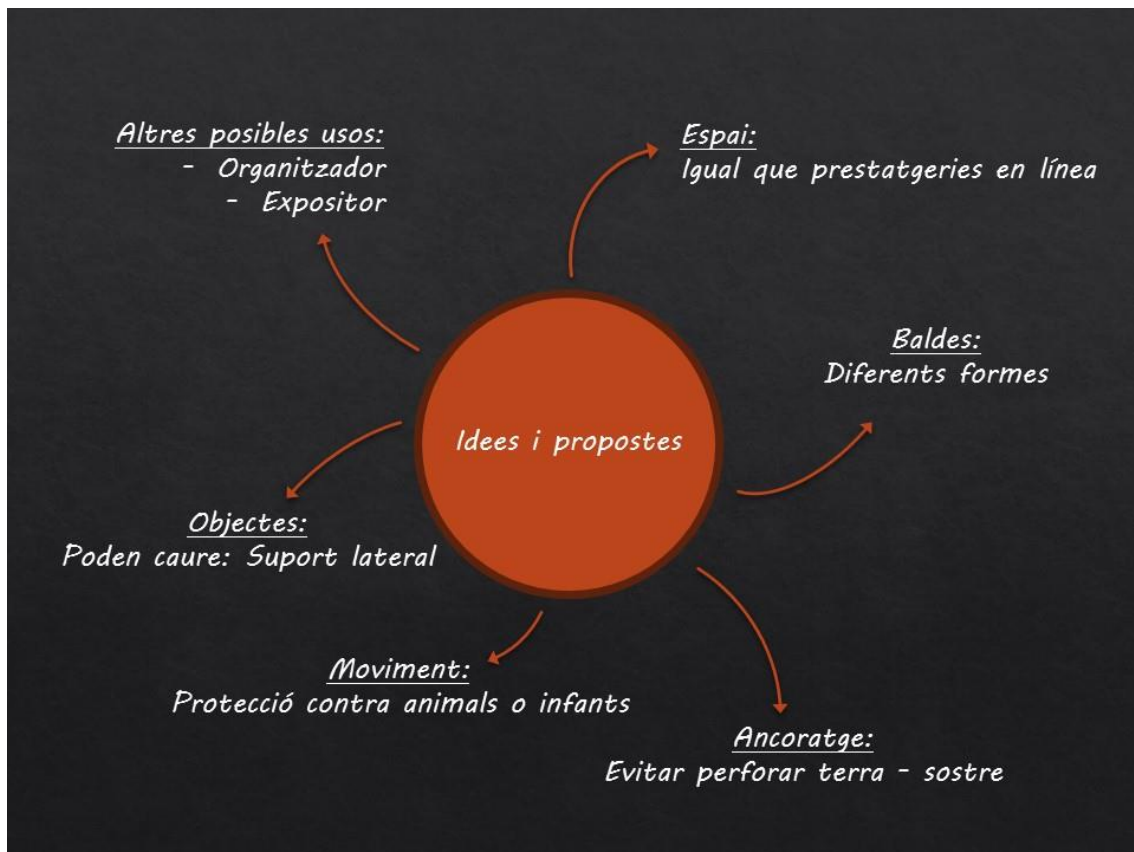


Figura 11. Recull de les idees donades pels enquestats

El resum d'aquestes propostes s'ha agrupat en sis grups:

- Suggestiments sobre l'espai disponible.
- Idees sobre les baldes.
- Recomanacions sobre els diferents tipus d'ancoratge.
- Advertències de perills referents al moviment del mòduls.
- Propostes sobre la interacció amb els objectes.
- Opcions sobre altres usos.

Aquest recull de propostes es tindran en compte a l'hora de dissenyar els mòduls relacionats i s'intentaran incloure en les solucions finals si la seva viabilitat ho permet.

3.2.2. POSSIBILITATS PRODUCTE INICIAL

Paral·lelament a aquest anàlisi, s'ha treballat en les possibilitats del producte inicial per conèixer què pot donar de si, quin tipus de millores es poden implementar, cap a on pot evolucionar el producte i quins canvis es poden aplicar.

Per una banda, la millora del sistema de fixació pot fer evolucionar un producte de paret, limitat per la seva construcció a tenir diferents mòduls intercanviables i adoptar diferents configuracions de la seva estructura, i poder, fins i tot, perdre la necessitat de tenir una paret a la qual recolzar-se.

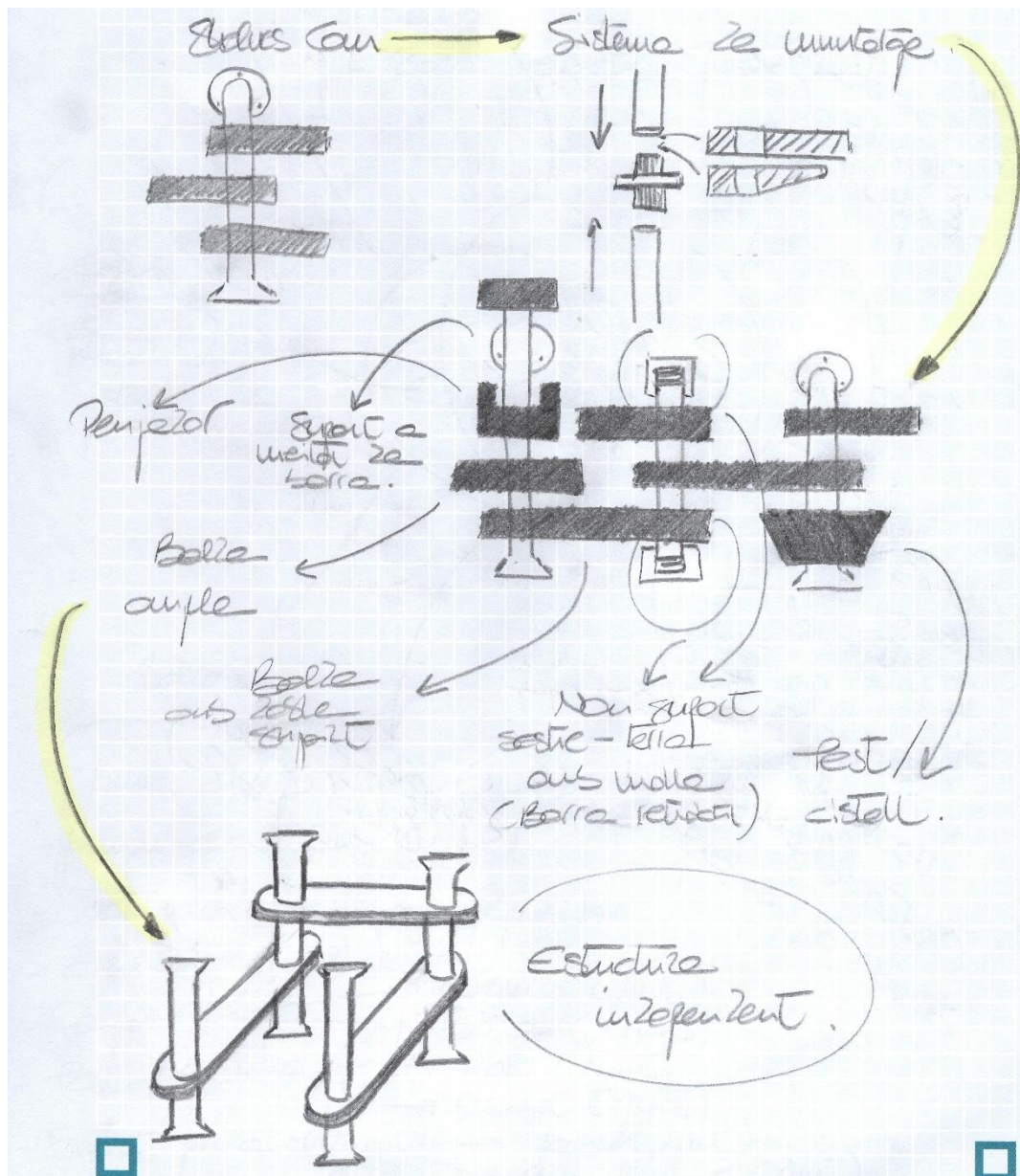


Figura 12. Esquema de possibilitats generals del producte

Al producte del qual es parteix, els prestatges formen part de l'estructura per muntar el producte. Amb un nou sistema de muntatge, on l'estructura subjectés els mòduls, aquests podrien evolucionar en diferents formes i mesures. Es podrien acoblar a l'estructura amb prestatges més amples o dobles, baldes amb dos punts de subjecció o mòduls que servissin com a penjador, mòduls en forma de test o cistell. A més a més,

En aquest esquema, es poden trobar des de noves formes de baldes o noves possibilitats d'aquestes fins a nous connectors de l'estructura o noves peces per millorar la resistència, passant per millores en les peces ja existents o nous sistemes per aplicar noves funcionalitats.

Molts d'aquests canvis han sigut extrets directament de la opinió dels usuaris enquestats i altres són fruit d'aquestes idees primitives que han evolucionat amb un treball posterior fins a constituir una proposta possible a desenvolupar per al producte.

3.2.3. POSSIBLES SOLUCIONS

De les idees recollides a l'enquesta, es va fer un esquema de les possibles solucions que es podien adoptar.

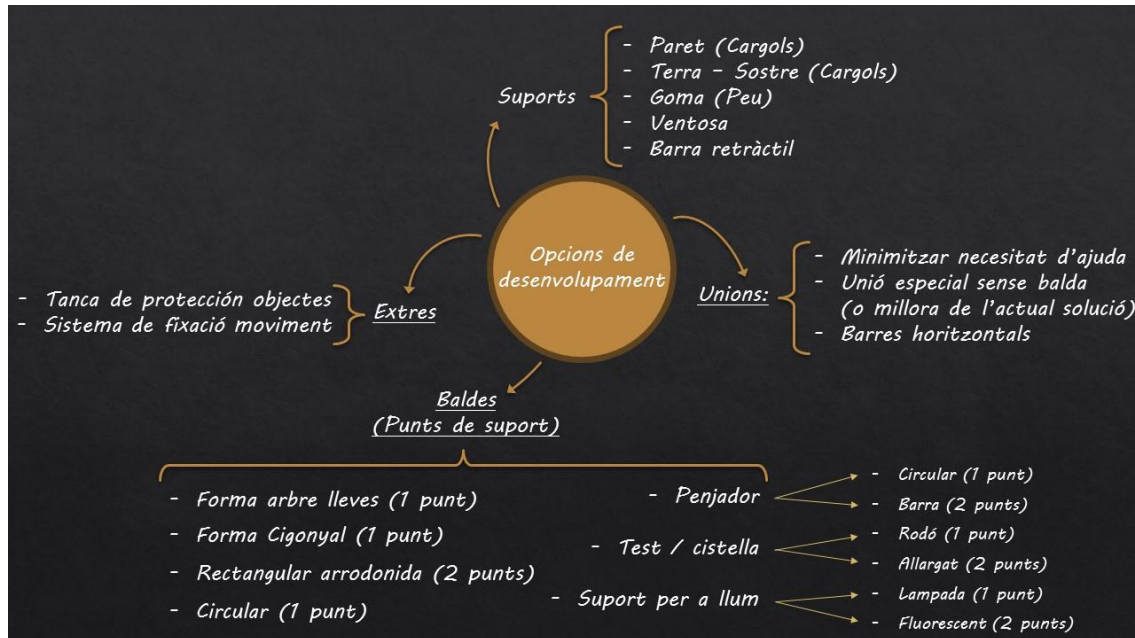


Figura 14. Possibles solucions a aplicar

De totes les propostes valorades en els anteriors esquemes hi ha hagut idees que s'han treballat més a fons i han passat a una proposta més desenvolupada, per poder valorar la viabilitat d'aplicar-la o incorporar-la en el producte final.

Una d'aquestes opcions és la possibilitat de desenvolupar una manera de poder collar l'estructura al sostre o al terra però evitant haver de perforar. Es va pensar primerament en dissenyar un afegit de goma que s'acoblés a l'actual suport i a partir del propi pes de l'estructura quedés subjectat, però aquesta solució només era possible per un suport a terra. Una segona opció va ser pensar en un mecanisme amb molla que fes retràctil el suport amb l'eix central. En petits prestatges de bany o en les mateixes cortines de dutxa es poden trobar barres que es collen amb aquest sistema, tot i que no estan pensats per subjectar gaire pes. Aquesta solució podria servir tan pel sostre com pel terra, i fins i tot combinar-ho amb l'afegit de goma per evitar que l'estructura patini o ralli la zona on vagi col·locat. En aquest cas però, caldria pensar alguna manera per augmentar el poder de fixació d'aquest sistema per a que pugui subjectar més pes sense provocar que s'hagi de fer molta força per col·locar-ho.

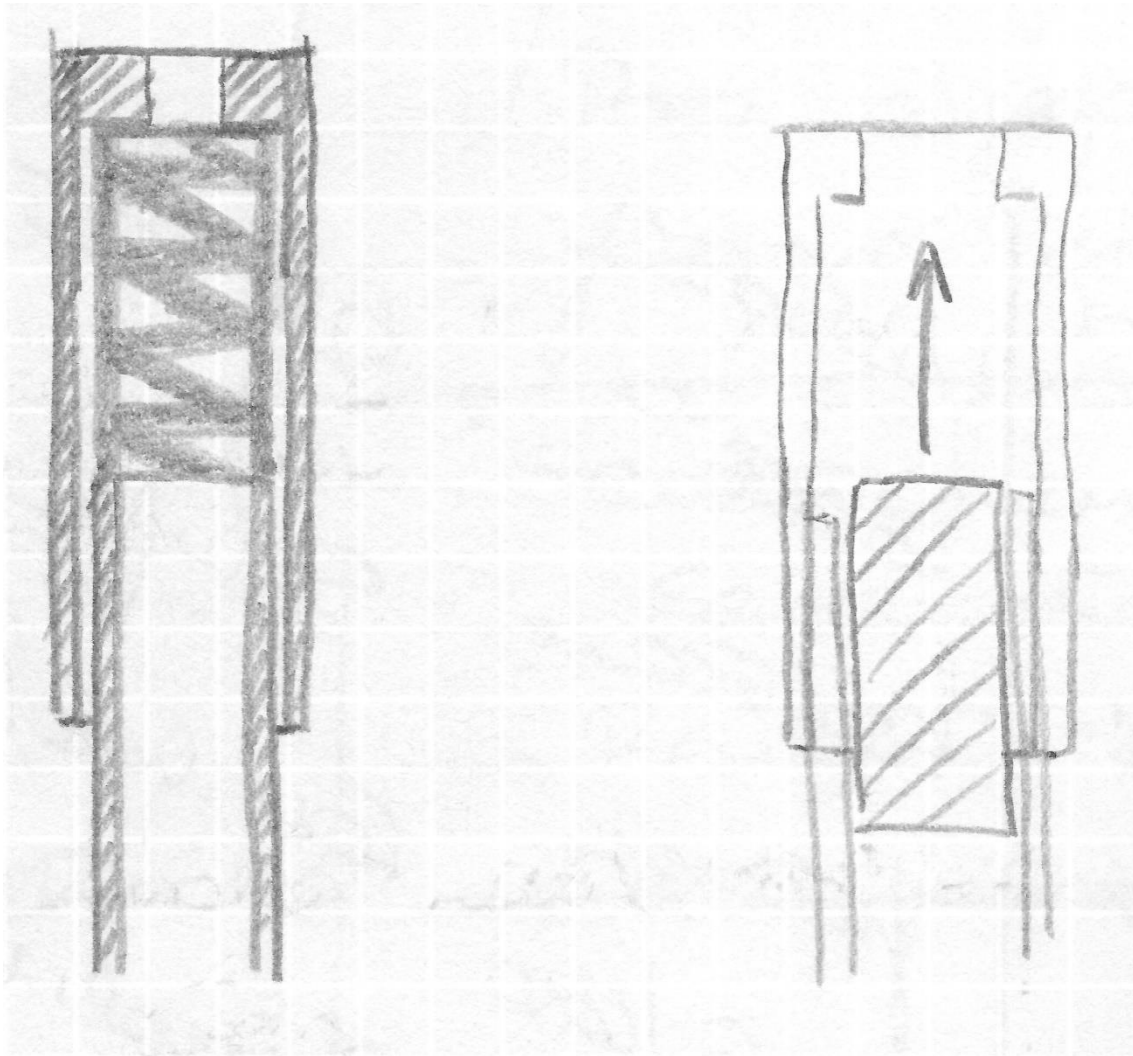


Figura 15. Sistema retràctil sostre-terra

Sobre el moviment de les baldes, a l'enquesta es van comptabilitzar molts comentaris respecte a la perillositat o a la mala funció que podia comportar que un prestatge pogués moure's de manera més o menys lliure. És per això que es va pensar en una possible solució per seguir permetent el gir dels mòduls però evitant que aquests es poguessin moure de manera accidental o amb la suficient facilitat com per fer caure els objectes col·locats a sobre.

Inicialment es va pensar en un sistema integrat a la pròpia balda. De manera subtil i neta, un petit interruptor lliscant podria ser incorporat a la part posterior de la balda que, al canviar la seva posició, per geometria, empenyés un presoner que fes força contra l'eix i deixés fixada la balda.

Per a que aquest presoner tornés a la seva posició inicial, s'incorporaria una petita molla que faria retornar el presoner a la seva posició inicial. A més a més, per evitar que aquesta molla fes la suficient força com per fer retornar també l'interruptor, es podria col·locar un imant que atragués l'interruptor, que hauria de ser metàl·lic, amb més força que la que la molla fa sobre el presoner.

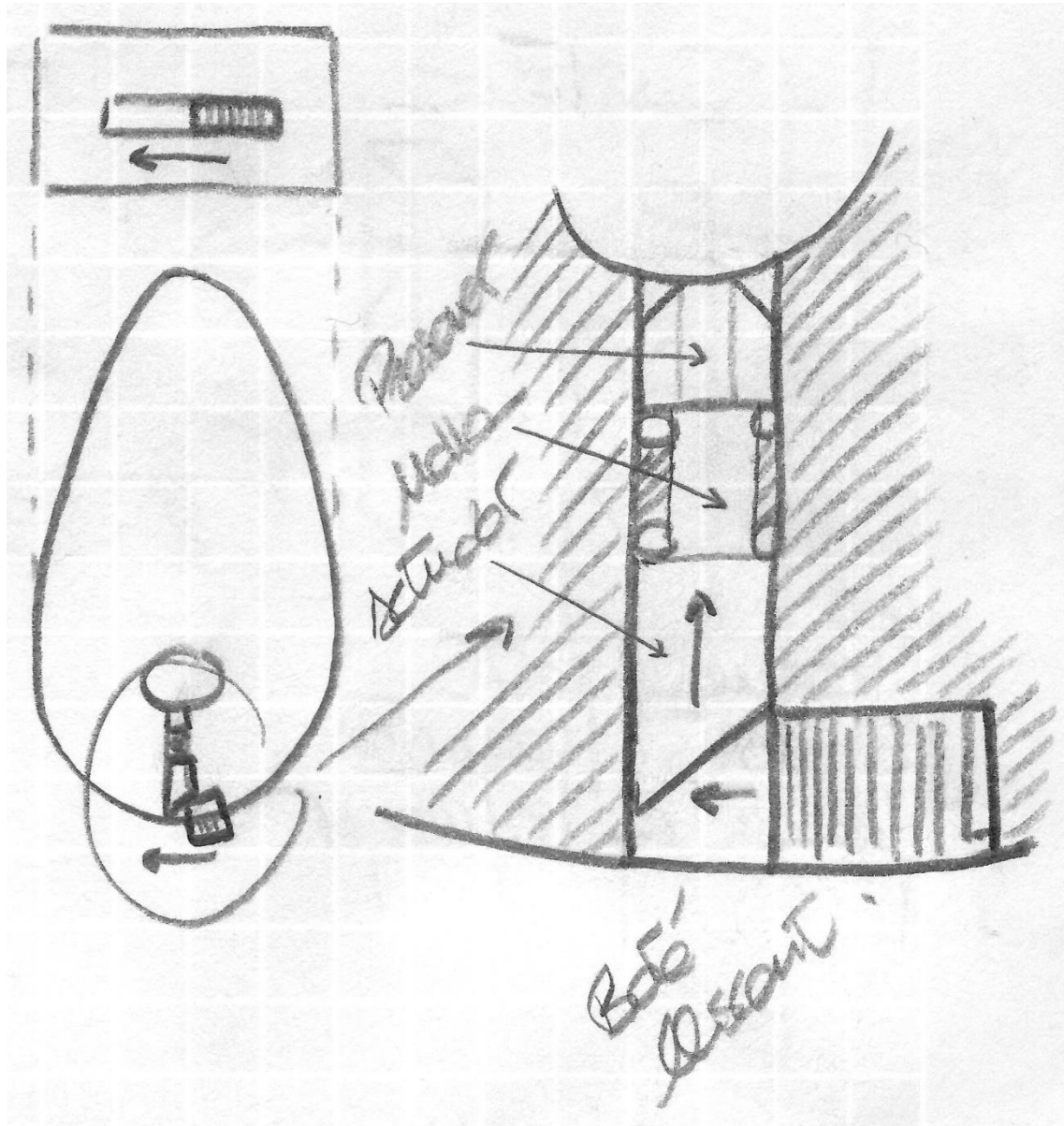


Figura 16. Fixador Balda

Aquest sistema però podria no assolir una suficient fiabilitat així que també es van pensar altres maneres per aconseguir una solució factible. Mentre que una primera idea es basava en treballar sobre la balda, una segona treballava sobre el propi eix.

A partir de la idea de crear mòduls que es poguessin col·locar i treure de l'estructura sense haver de desmuntar-la, es va pensar en dotar a l'eix d'una geometria de dent de serra rectangular que evités la rotació de la balda a no ser que aquesta s'aixequés lleugerament per col·locar-la en una altra posició. Aquest mètode però, no oferia una fluïdesa de funcionament prou satisfactòria, però va establir la base de la solució final a partir d'una evolució de la idea del presoner a la balda.

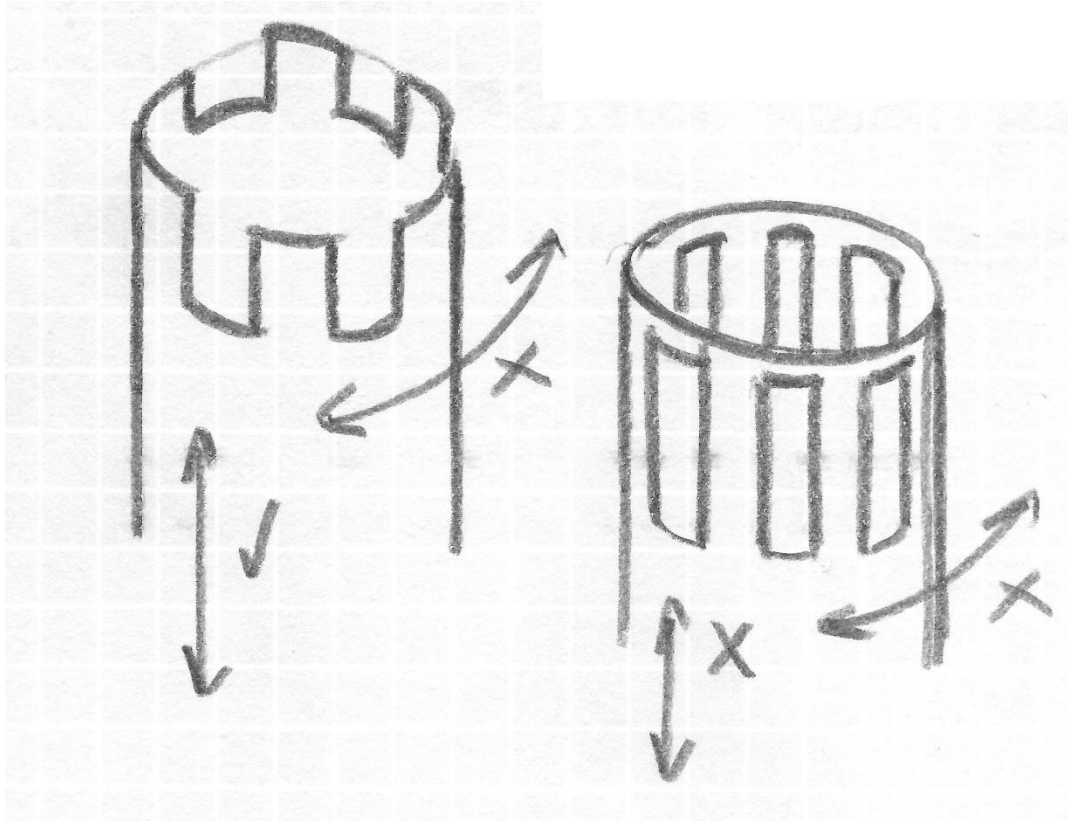


Figura 17. Fixació Eix

Aquesta solució sobre l'eix podria permetre evitar utilitzar dos cargols presoners per fixar l'eix superior i inferior dels suports de cada balda. Al presentar-se aquesta possibilitat, es va intentar desenvolupar una solució per eliminar també els altres dos presoners que unien els suports amb les baldes corresponents. Les possibles solucions plantejades van ser les següents:

La primera idea consistia en desenvolupar una geometria al propi suport que permetés clipar la balda. Aquesta opció però, al necessitar tenir els clips a la vista per desmuntar-ho, no oferia la millor estètica. Malgrat això, era la solució més fàcil i barata.

Una segona idea era utilitzar el concepte aplicat a la peça connector, que unia diferents eixos a partir de la fricció produïda per la seva geometria, i crear una nova peça que s'introduís per la part superior del suport i que entre elles quedés retinguda la balda. La problemàtica trobada va ser que la força de fricció entre la nova peça i el suport estaria condicionada per la càrrega variable que suportés la balda durant la utilització del producte i establir com a valor la càrrega màxima definida podria determinar un valor massa elevat per un muntatge fàcil i còmode.

Una tercera idea rondava la possibilitat de crear aquesta nova peça però incorporant una unió amb el suport mitjançant una rosca. Aquesta unió seria independent de la càrrega de la balda, oferiria un muntatge còmode i asseguraria la fixació de totes les peces, però degut a la mida d'aquestes, molt probablement es necessitaria d'una eina per realitzar aquesta operació.

Pensant sobre possibles opcions amb les baldes i intentant potenciar la seva versatilitat sense ampliar massa el catàleg de diferents baldes similars, es van pensar opcions per oferir una mateixa balda que pogués adaptar-se a diferents construccions de l'estructura.

Amb la creació d'una balda de dos punts de suport, va sorgir la idea de poder variar un d'aquests suports deixant fixe l'altre i així tenir, igual que amb la balda d'un sol punt de suport, la llibertat de moviment d'aquesta però amb una capacitat superior tant d'espai com de resistència.

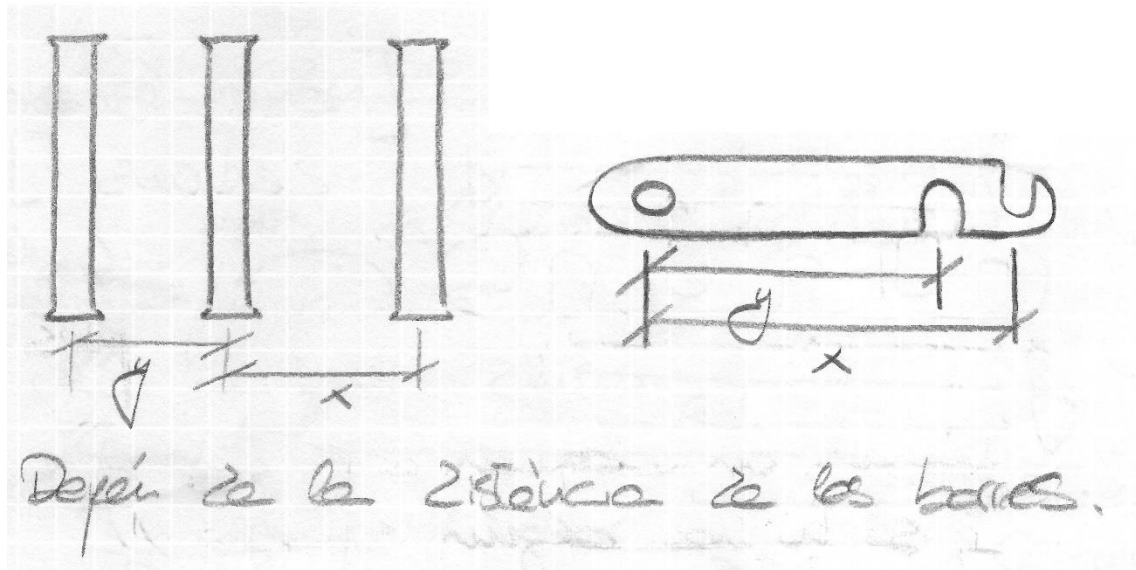


Figura 18. Primera idea de balda rotativa amb dos punts de suport

Es va pensar que una balda de dos suports podria tenir, a un dels seus extrems, dos orificis oberts que es col·loquessin a l'estructura. La posició d'aquests dos orificis però, condicionava la distància a la que haurien d'estar les barres verticals adjacents de l'estructura.

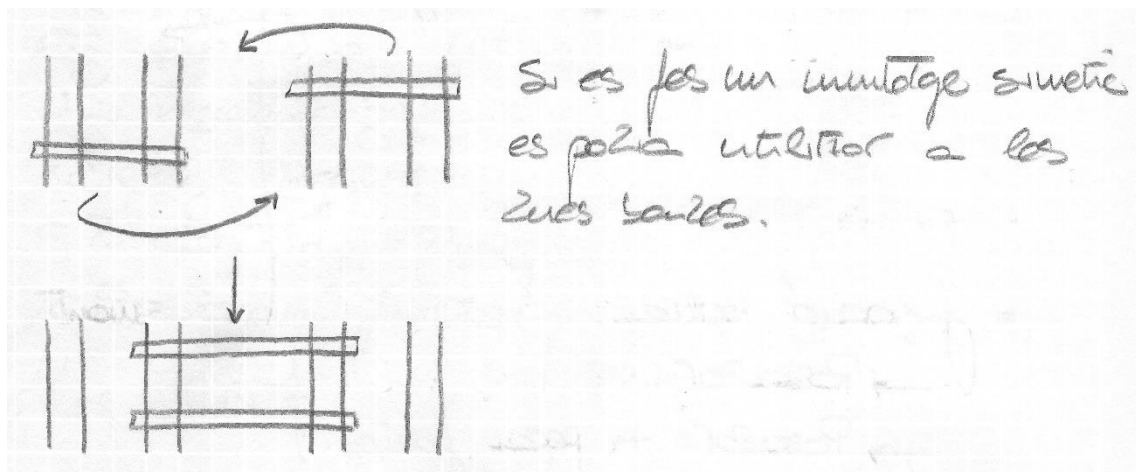


Figura 19. Segona idea de balda rotativa

Es per això que aquesta idea va evolucionar en una balda extraïble. En aquesta idea la balda tindria aquests orificis oberts en els dos extrems de la mateixa. Amb això s'aconseguia tenir almenys tres possibilitats de col·locació de l'estructura: La distància entre els orificis més separats de la balda, la distància entre els orificis més propers i la distància entre l'orifici més exterior d'un extrem i l'orifici més centrat de l'altre.

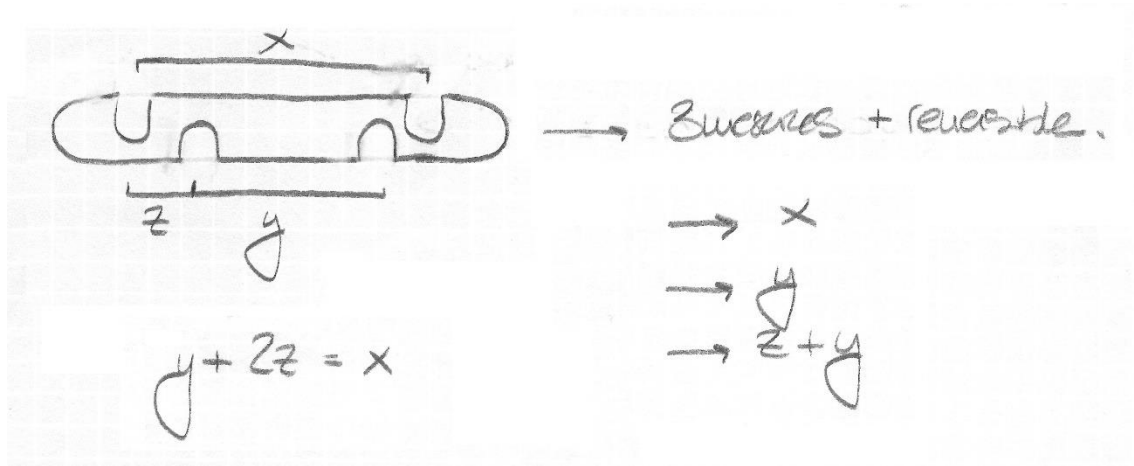


Figura 20. Balda extraïble

Arrel d'aquesta proposta va sorgir una tercera evolució de la idea, proposant la possibilitat d'oferir una balda amb múltiples orificis oberts. La incorporació d'un tercer orifici a cada extrem elevava de tres a vuit les possibles col·locacions de l'estructura, ja que es multiplicaven les combinacions afegint les subjeccions per dos orificis del mateix extrem si aquests estiguessin prou separats per oferir un parell suficient per subjectar la balda i els objectes que s'anessin a col·locar.

Aquesta idea ja començava a minvar les capacitats de la balda per suportar objectes, ja que contra més orificis es fessin a la balda, menys superfície tindria aquesta per oferir als objectes.

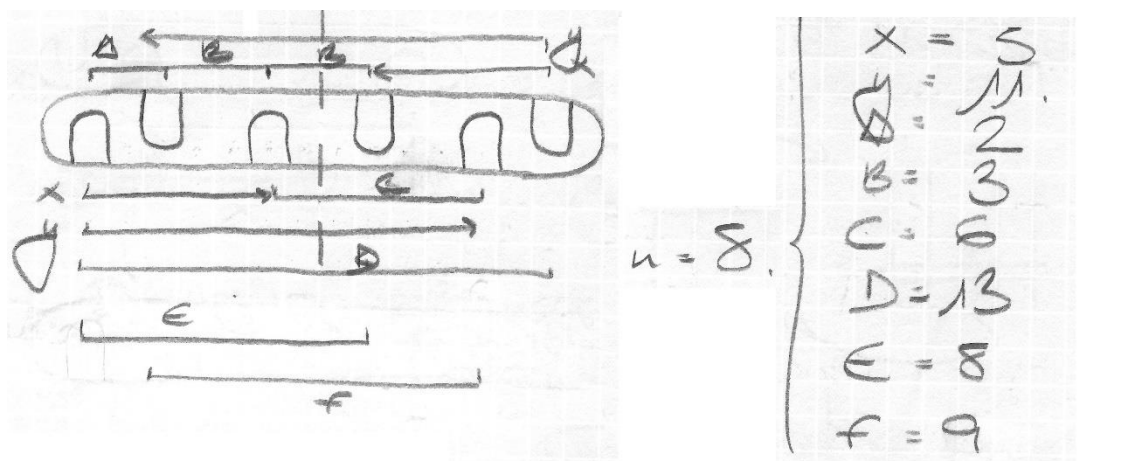


Figura 21. Balda Multiposició

3.2.4. SOLUCIONS A DESENVOLUPAR

De totes les possibles idees, s'ha optat per desenvolupar les més necessàries o les més bàsiques que permetrien desenvolupar-ne altres, com són totes aquelles relacionades amb l'estructura i el seu muntatge, ja que de res serviria desenvolupar qualsevol tipus de balda si no hi havia un bon sistema que ho subjectés. Es per això que arribat a aquest punt del desenvolupament, s'ha considerat oportú desenvolupar les idees de fixació, tant la integrada a la balda com la idea de fer una sèrie de forats a l'eix, juntament amb el desenvolupament de millores de resistència del conjunt a partir de la modificació de les peces ja existents i de la creació de noves peces pensades per a aquesta finalitat. Totes aquestes idees passen doncs a la proposta funcional en un primer moment i es deixen les restants per quan aquestes idees inicials estiguin desenvolupades.

La proposta funcional partirà de:

- Nou sistema de fixació, partint de les idees d'una fixació a la balda i d'utilitzar l'eix com a fixador.
- Propostes de millora de la resistència en suports, tant de paret com de balda.
- Noves idees per la fixació de l'estructura.

4. PROPOSTA FUNCIONAL

Un cop clares les idees i propostes a desenvolupar, es va iniciar el desenvolupament d'aquestes realitzant els primers esbossos que es farien servir com a punt de partida pels primers models en 3D.

4.1. PROCÉS DE DESENVOLUPAMENT

A partir del primer model en 3D, la dinàmica de tot el procés va ser sempre la mateixa: Partint del primer model o versió anterior, aquest es revisava i es trobaven possibles punts de millora que, juntament amb noves idees a implementar, servien com a base per una nova versió. Aquesta nova versió es tornava a revisar, es decidia si les correccions havien solucionat els problemes trobats a la versió anterior i si les noves idees implementades eren vàlides, si s'havien de millorar o si la solució no era prou bona i era necessari trobar-ne una altra. Segons el resultat d'aquesta revisió, es decidia si s'implementaven noves idees o es deixaven per una versió posterior quan les correccions i millores de l'actual estiguessin ben resoltes.

En total el procés de desenvolupament ha constatat de 11 versions del conjunt global, mentre que les peces individuals han patit una mitjana de 3 o 4 canvis de diferents envergadures.

Tot i que no es va plantejar de tal manera, un cop es va arribar a la última versió, es va veure que les diferents versions es podien agrupar en fases degut a la seva temàtica.

- En la primera gran fase de desenvolupament es poden agrupar les cinc primeres versions, ja que cada una d'elles es treballa amb la creació de noves peces per aconseguir incorporar les noves idees. Les tres primeres versions estableixen el disseny d'un primer concepte, mentre que a la quarta versió hi ha un canvi d'estètica que es segueix desenvolupant a la cinquena.
- En una segona fase es treballa sobre millores en les peces existents i en les noves resultants de la primera fase, amb la intenció de millorar principalment la resistència de l'estructura i la fabricabilitat de les peces. En aquesta fase es poden englobar la sisena, setena i vuitena versió, que es centren, igual que a la primera fase, en les peces balda, suport i totes les peces que interactuen amb elles.

A la tercera i última fase, a diferència de les dues primeres, les peces que es treballen són les encarregades de la fixació de l'estructura a la paret, al terra o al sostre. Això es degut a que es va voler donar més importància al sistema de moviment i muntatge de baldes, el qual és nou en aquest producte i que un cop aquest estigués dissenyat, entrar en millorar les peces d'ancoratge del producte que, a priori, no presentarien noves idees, només millores.

4.1.1. FASE 1. DISSENY NOU SISTEMA DE BALDES

Versió 1

La primera versió presenta canvis en totes les peces que interaccionen amb la balda i el seu suport.

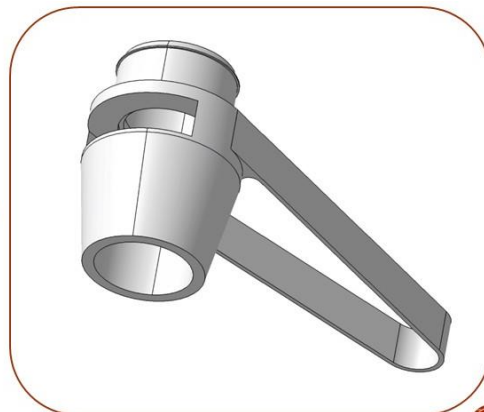
La primera peça a redissenyar va ser el suport, que incorporava una geometria que permetés clipar la balda per la seva part superior, un allotjament per a la nova peça polsador amb una estètica més minimalista que l'anterior suport amb la intenció de minimitzar el material necessari per la seva fabricació oferint el mateix nivell de resistència.

SUPORT

Versió 0

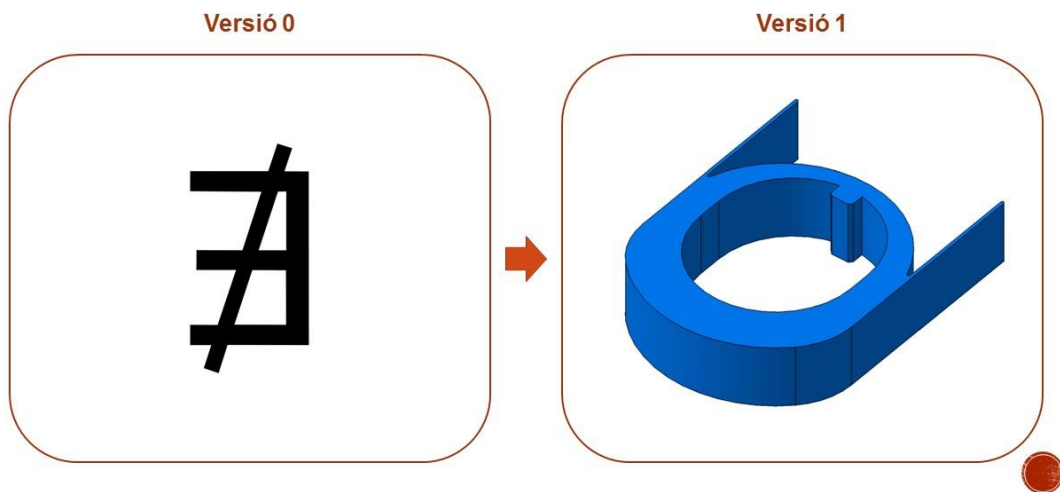


Versió 1



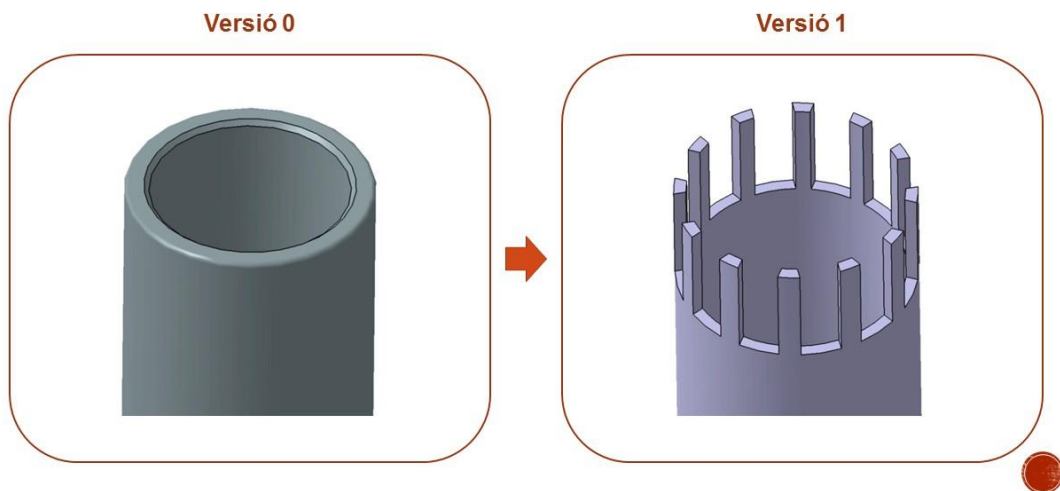
Juntament amb el suport es va crear una nova peça, el pulsador. Aquesta peça, allargada de forma arrodonida, va ser creada per evitar la rotació relativa del suport (i per tant de la balda també) respecte a l'eix; a partir d'un sortint interior que interaccionava amb les noves ranures de l'eix però que, quan aquest pulsador estigués accionat, aquesta rotació sí fos possible. Per tal que aquesta peça tornés a la seva posició inicial quan es deixés de prémer, es va dissenyar per a que presentés una espècie de potes molt fines que, al ser de plàstic i estar doblegades dins del suport, presentaven un comportament elàstic que hauria d'empènyer el pulsador cap a l'exterior.

PULSADOR



L'eix, introduït per la part inferior del suport, per tal d'oferir aquesta interacció amb el pulsador, presenta en aquesta primera versió una sèrie de ranures a la seva part superior.

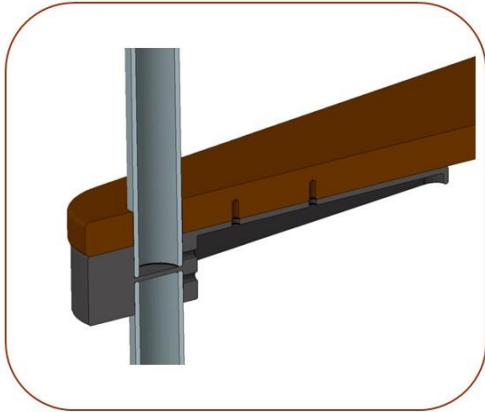
RANURAT EIX



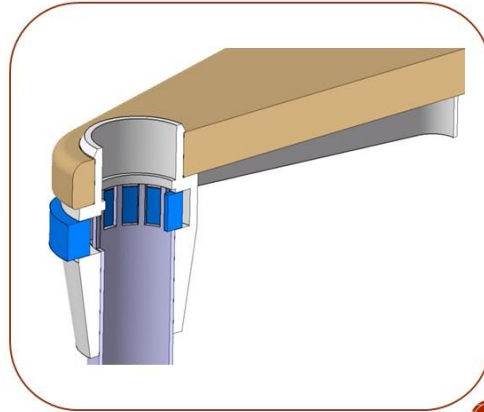
En relació a la balda, ja no és necessari que tingui dos forats inferiors per fixar-se al suport. El suport per la seva banda també prescindeix d'aquest elements, eliminant la necessitat d'eines per muntar aquestes peces.

SECCIÓ CONJUNT

Versió 0



Versió 1



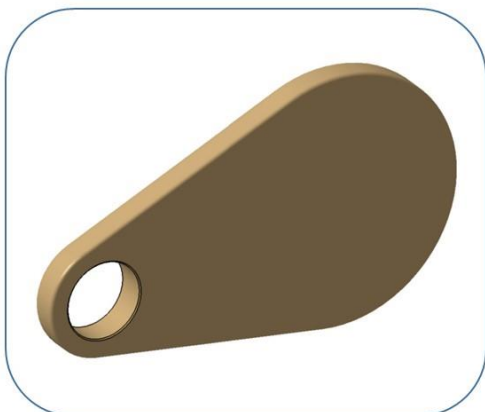
Versió 2

En una segona versió es va detectar un detall a millorar que va passar per alt a la primera versió i es va millorar la nova peça creada, el polsador.

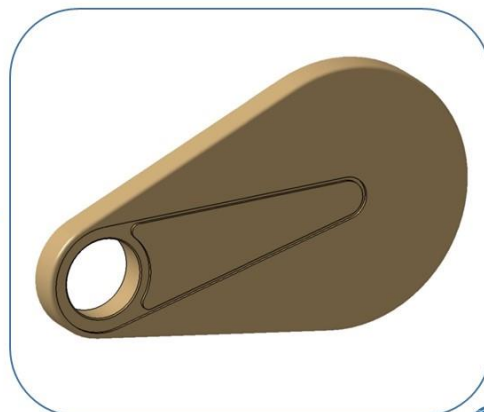
Per una banda, tot i que el fregament ja fixaria la balda i el suport, aquesta es va retreballar per a que oferís un rebaix inferior amb la forma del suport. Amb aquest rebaix es podria oferir un clipatge molt més suau i s'assegura que la balda i el suport girin solidaris. A més a més es disminueix l'alçada total del conjunt.

BALDA

Versió 1

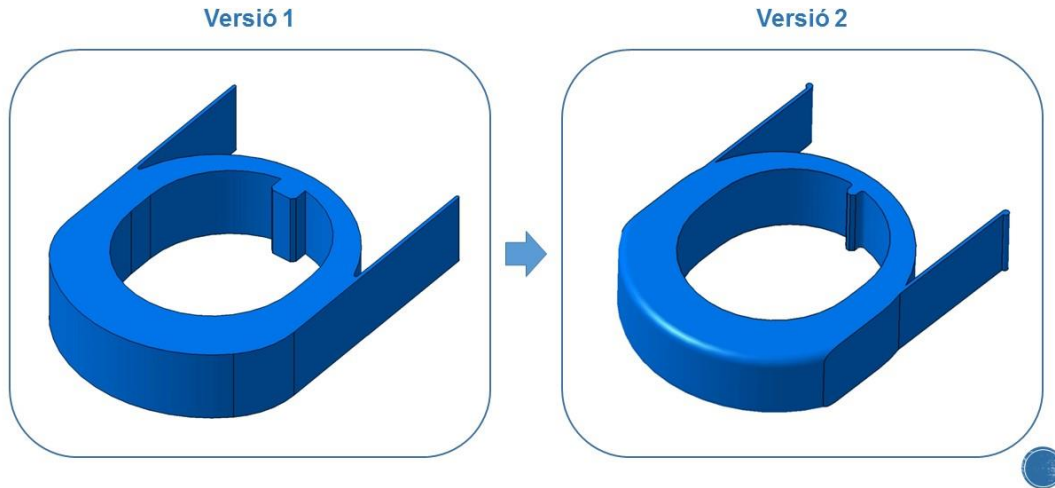


Versió 2



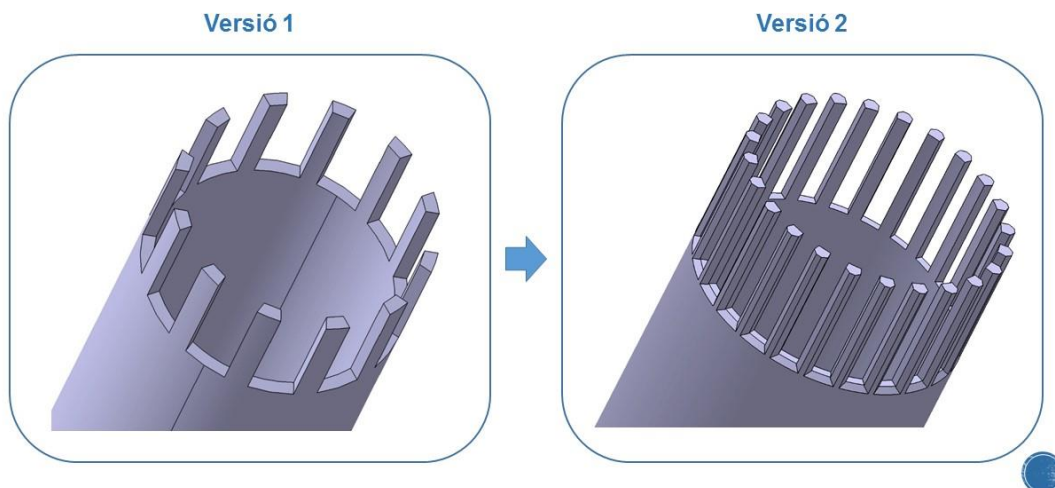
En referència al pulsador, es va disminuir la seva amplada per evitar el contacte de tota la seva superfície lateral amb el suport i es van fer dues formes cilíndriques als extrems de les potes per a que fossin només aquests els que freguessin amb el suport.

PULSADOR



A l'eix, per la seva banda, se li van augmentar el nombre de ranures per oferir més posicions on col·locar la balda.

EIX

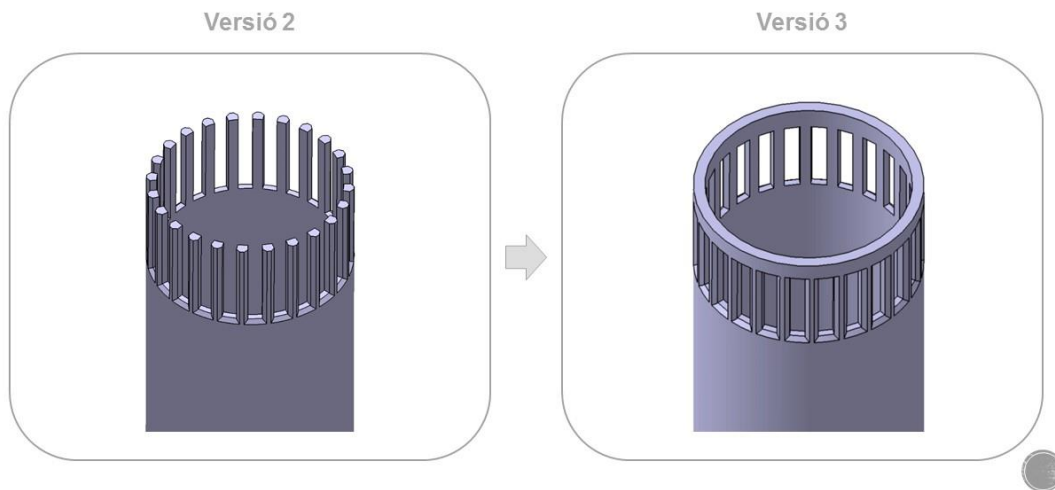


Versió 3

En aquesta versió es va treballar bàsicament en la millora de la interacció entre polsador i eix.

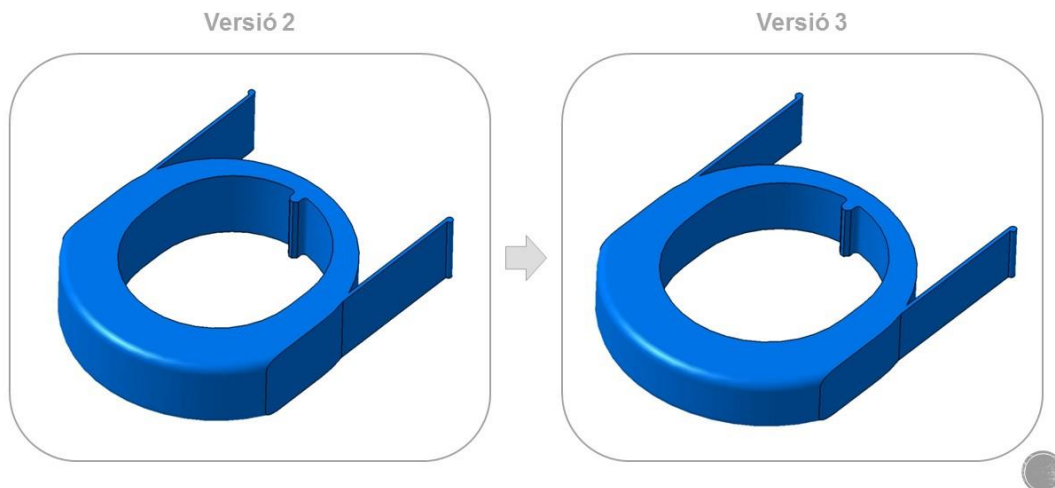
Per una banda, l'eix passaria de tenir ranures obertes per la part superior a tenir-les tancades. Això respon a un requeriment resistiva, ja que un eix amb tantes ranures obertes deixava molt poc material per resistir tot el pes del conjunt i la seva càrrega.

EIX



Per altra banda, a més a més d'adaptar-se a la nova disposició de ranures de l'eix, al polsador se li va reduir l'alçada per minimitzar encara més el fregament amb el suport i afavorir un sistema compacte.

PULSADOR

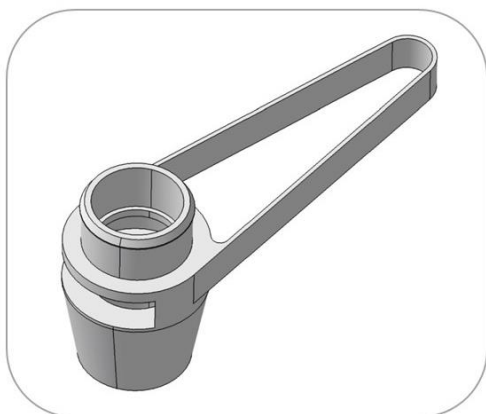


Sistema de creació modular de prestatgeries
Joan Batllori Cornudella

El suport també va tenir canvis mínims per adaptar-se a les noves dimensions del polsador i va rebre petites evolucions en els acabats.

SUPORT

Versió 2



Versió 3



Versió 4

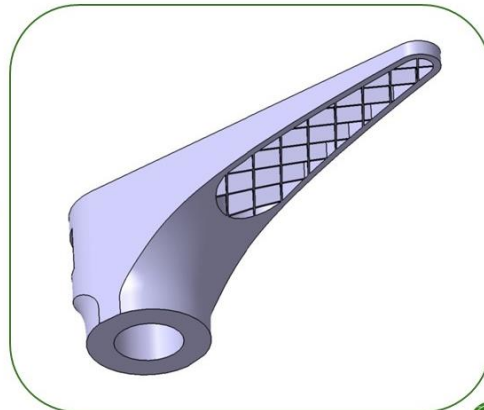
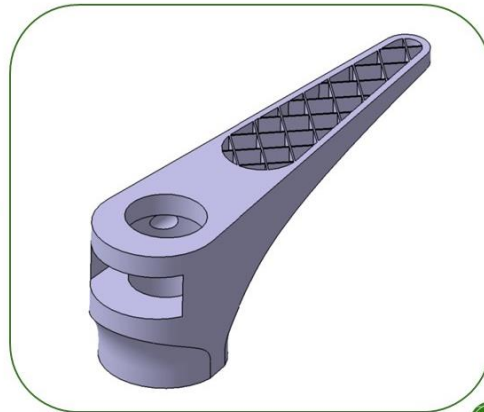
Aquesta versió posa un punt i apart en el disseny del conjunt. Amb la intenció de millorar la resistència del voladís del suport, molt precària en les versions anteriors, es canvia el disseny de la peça, que passa a tenir forma de bloc més compacte.

SUPORT

Versió 3

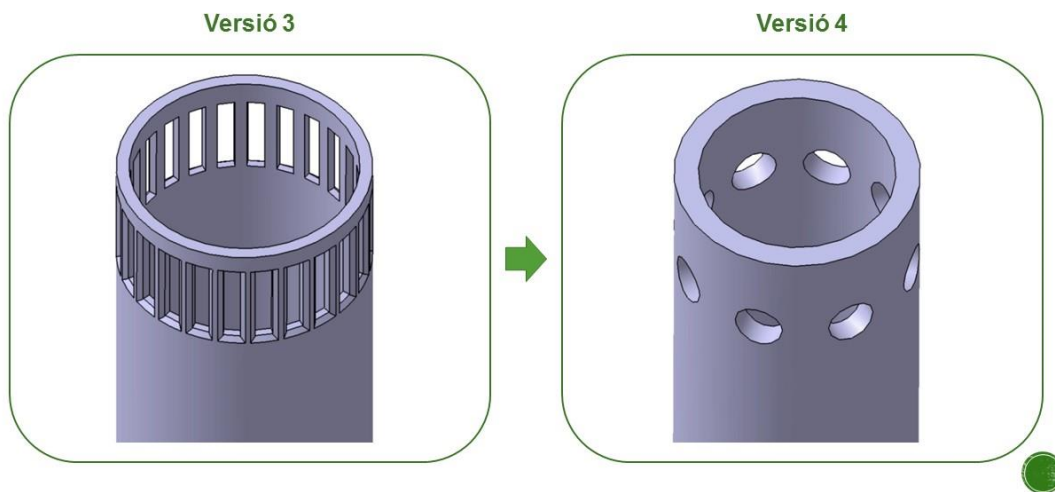


Versió 4



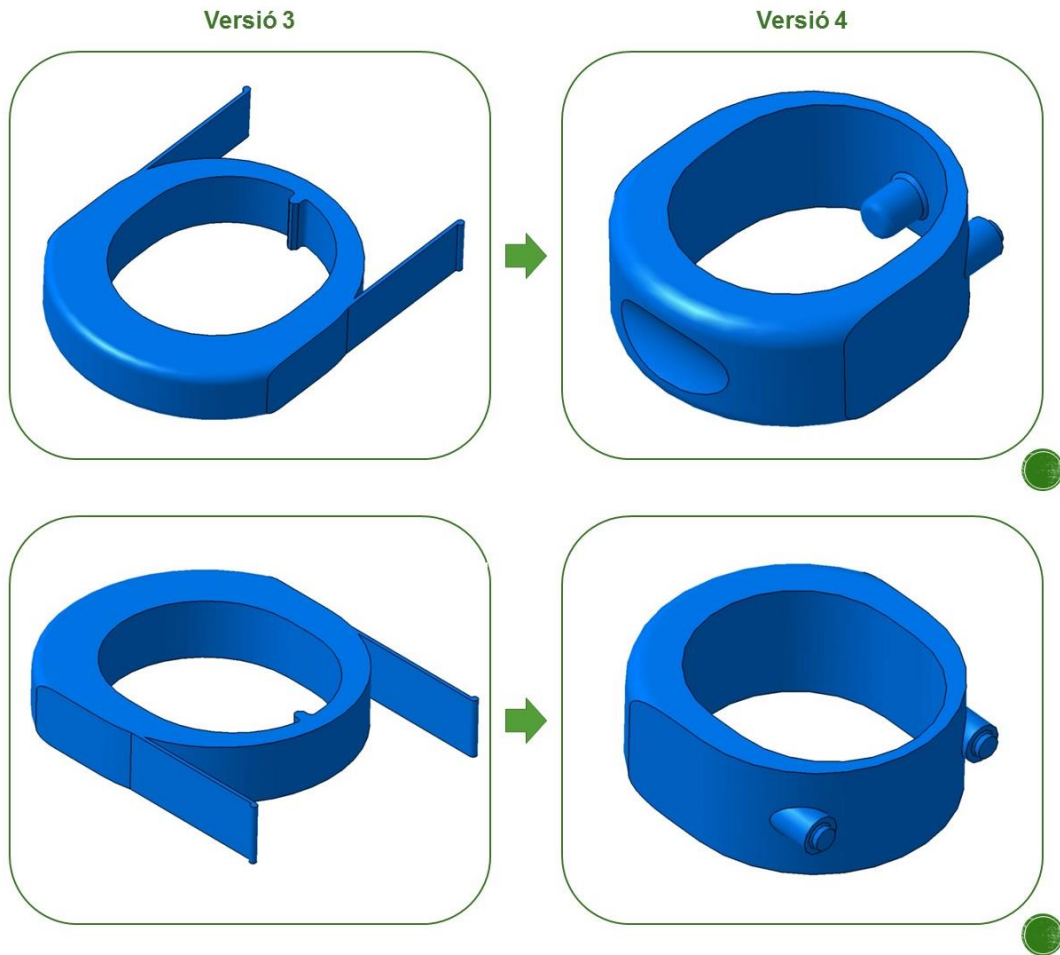
El ranurat de l'eix tornava a canviar per assegurar una correcta resistència, passant de ranures rectangulars a forats circulars, que d'altra banda, oferien una millor fabricabilitat.

EIX



El nou disseny de suport també va permetre al pulsador tenir més espai interior i quedar enrasat amb la superfície del suport en la seva posició inicial. Aquest espai interior també va permetre millorar el sistema de retorn del pulsador, que passava d'un sistema poc eficaç com eren les potes flexibles a la utilització de dues molles que quedarien fixades al propi pulsador mitjançant dues torretes posteriors. Tenir més espai també va permetre augmentar el seu gruix sense augmentar l'alçada total del conjunt, fet que va permetre incorporar una forma ergonòmica pel dit de l'usuari.

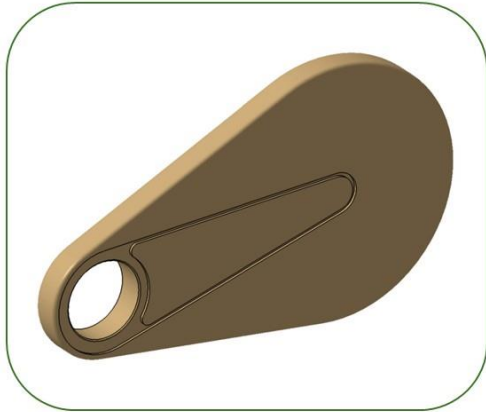
PULSADOR



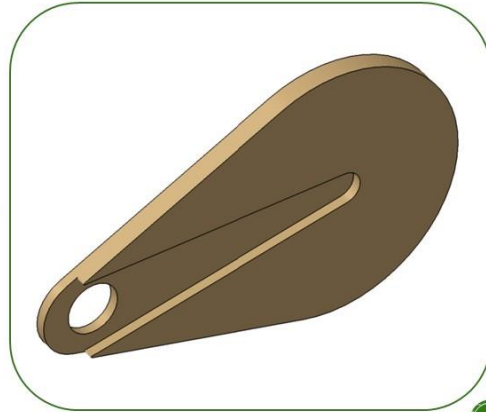
Seguint amb la pauta aplicada a les altres peces per reduir l'alçada total del conjunt, el rebaix de la balda es va fer més profund per permetre al voladís del suport entrar totalment sota la balda, i així reduir l'alçada del suport.

BALDA

Versió 3

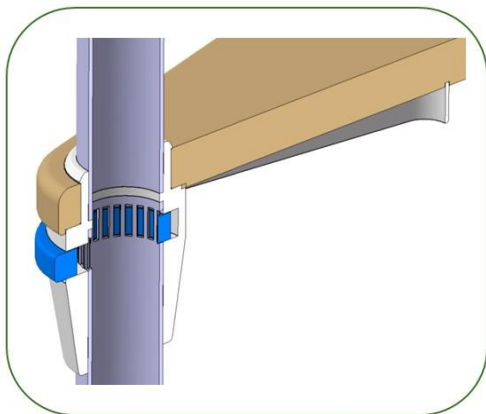


Versió 4

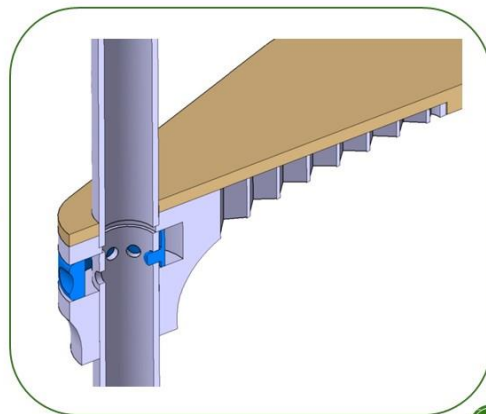


SECCIÓ CONJUNT

Versió 3



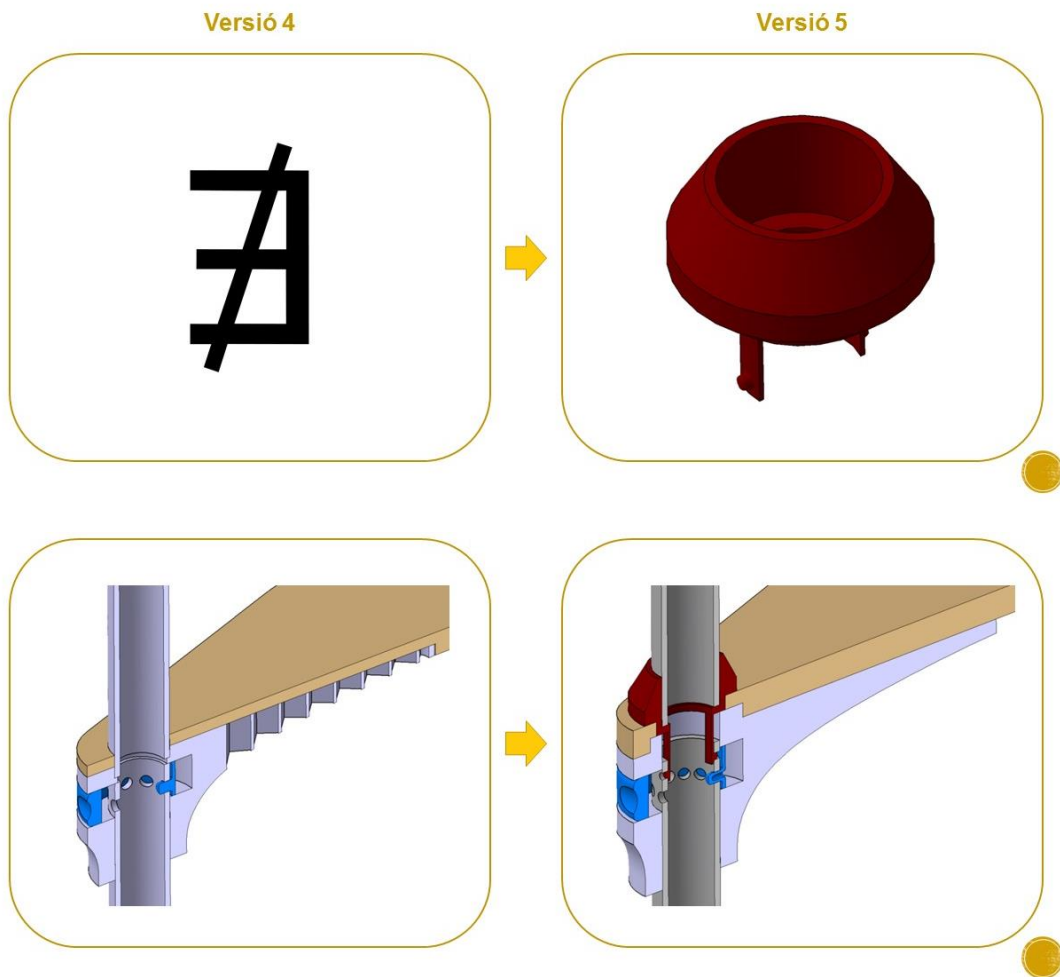
Versió 4



Versió 5

A la cinquena versió es va crear una nova peça per reemplaçar el sistema de clipatge de la balda al suport, ja que el sistema, tot i ser el millor dels tres inicials, no oferia una interacció prou còmode al muntar i desmuntar. Per aquest motiu es va dissenyar una nova peça que es va anomenar centrador, que no només aconseguia fixar la balda al suport sinó que també donava estabilitat a l'eix superior. Aquesta peça va ser pensada per a introduir-se per la part superior del suport, després de la balda, i que quedés fixada mitjançant uns petits cilindres a l'eix inferior. El major diàmetre del centrador faria pressió sobre la balda mentre aquesta quedava col·locada sobre el suport.

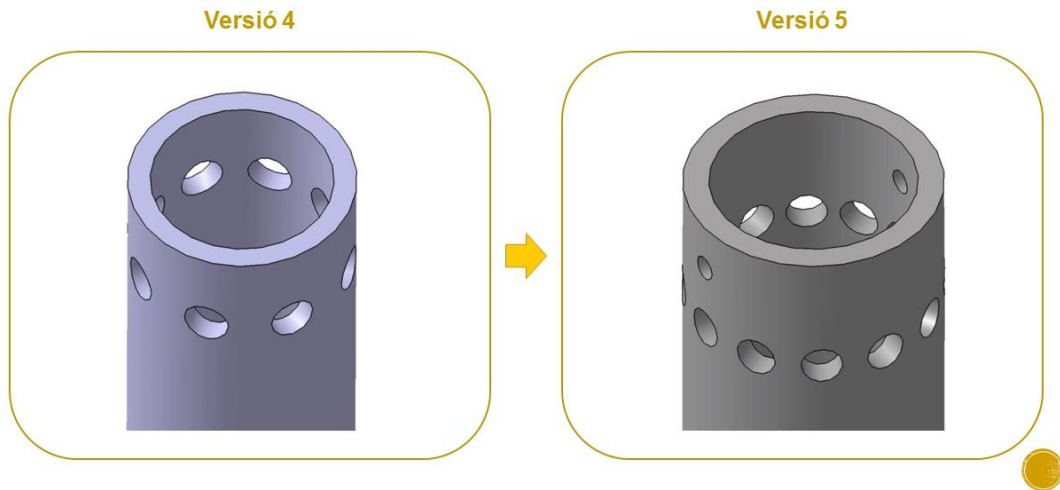
CENTRADOR



Per collar aquesta nova peça es van afegir dos forats enfrontats de diàmetre més petit que els que utilitzava el polsador a una alçada superior que aquests.

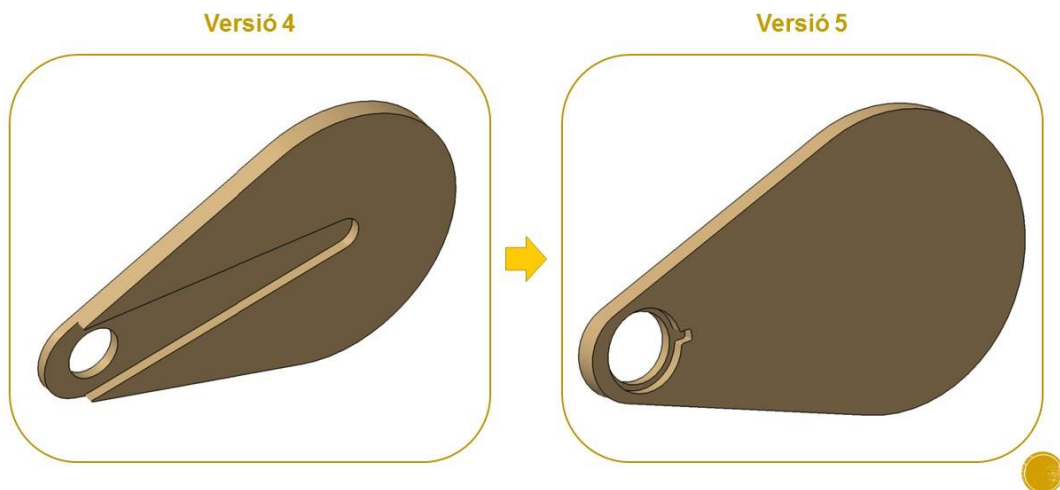
A més a més, es va observar que l'ús de forats circulars en comptes dels rectangulars millorava la resistència d'aquesta zona i es van augmentar el nombre de posicions possibles per la balda, el suport i el polsador, ja que n'hi havia molt poques en l'anterior versió.

EIX



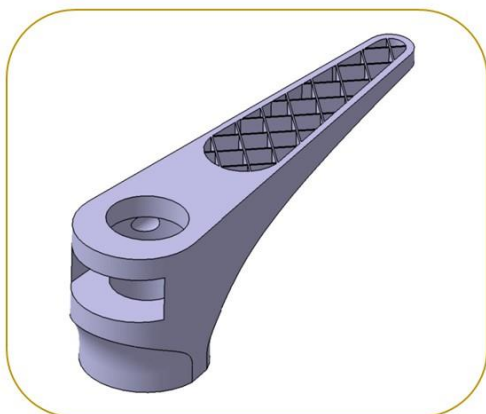
Amb la intenció de reduir el temps necessari de mecanitzat de la balda, es va redissenyar el suport i la mateixa balda per a que no fos necessari fer un rebaix de tota la superfície superior del suport. Per això es va pensar en utilitzar una geometria molt més simple i ràpida de fabricar. A més a més, s'evitava una estètica molt estranya degut a que el rebaix no era només inferior sinó que era obert i afectava a la cara lateral de la balda.

BALDA

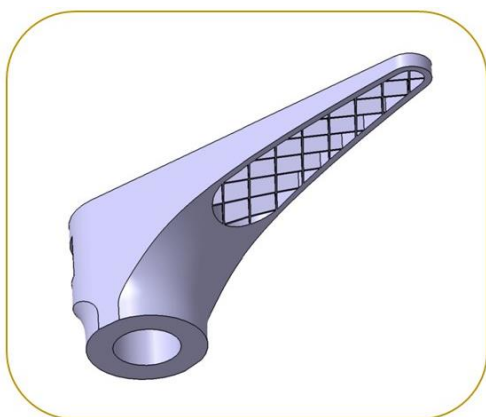
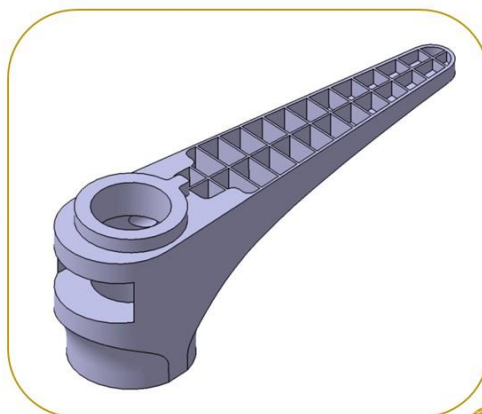


SUPORT

Versió 4



Versió 5



4.1.2. FASE 2. MILLORES ESTRUCTURALS

Versió 6

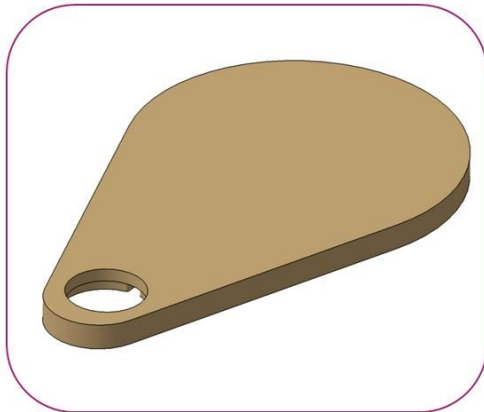
La sisena versió ja contemplava les primeres millores en quant a resistència, tot i que també es va seguir depurant el disseny estètic.

En l'apartat estètic es va repensar de nou la interacció entre balda i suport, tornant a un rebaix complet de la balda però sense afectar a la part lateral, augmentant així la capacitat volumètrica de càrrega de la balda augmentant el diàmetre del seu costat més petit.

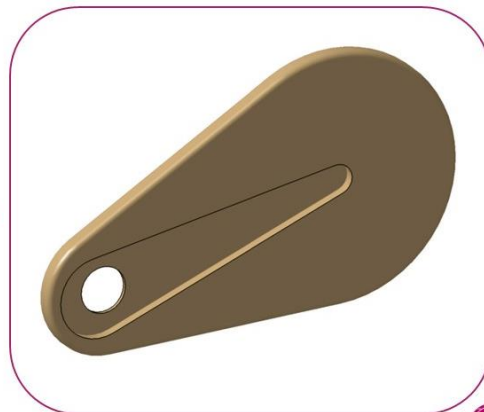
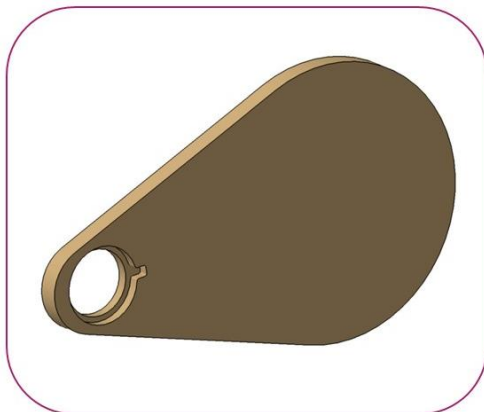
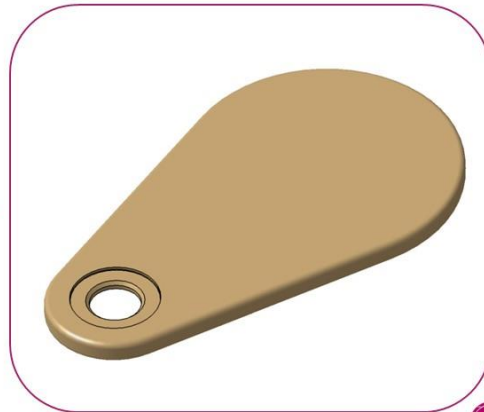
A la balda també se li faria un rebaix superior per acoblar-hi el centrador de la mateixa manera que el suport, reduint l'alçada necessària i creant una continuïtat entre peces molt més agradable visualment.

BALDA

Versió 5



Versió 6

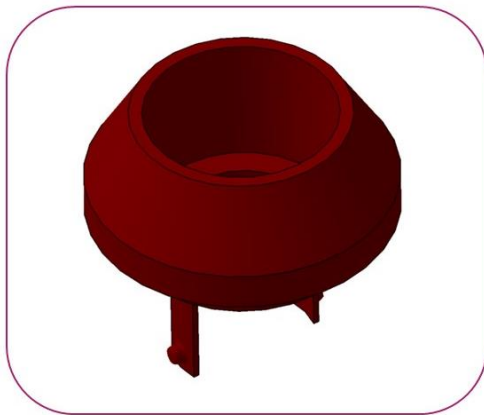


Per la seva part el centrador va adoptar una forma molt més allargada i corbada, similar a la corba inferior que tenia el suport.

En quant a resistència també es van fer més grans les potes encarregades de fixar el centrador a l'eix inferior.

CENTRADOR

Versió 5



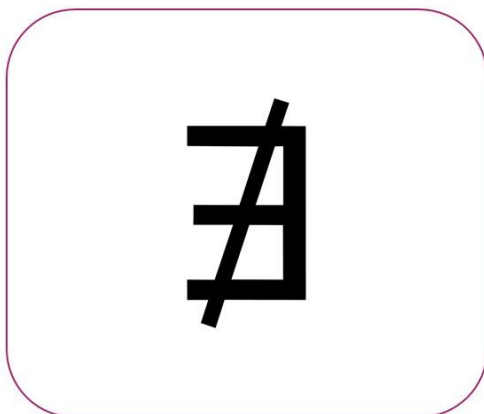
Versió 6



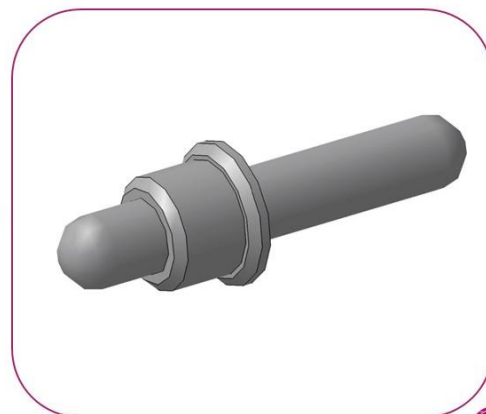
El canvi potser més important que va patir el conjunt en quan a millora de la resistència va ser la creació d'una nova peça que formava un subconjunt amb el polsador, una peça fabricada en acer que es va anomenar fixador. Aquesta peça substituïa el petit cilindre interior del polsador que feia de fixador amb l'eix. Aquest cilindre interior, a part de ser de plàstic i per tant, molt dèbil, dificultava i molt la fabricabilitat del polsador, sobretot al intentar evitar que es poguessin crear zones sense material al refredar-se el plàstic després d'injectar-lo. Per evitar això, el polsador amb fixador incorporat es va subdividir en dues peces: El polsador que, apart de deixar un forat per al fixador, també se li afegia un bloc posterior que millorava el moment resistiva sobre el fixador; i el fixador, que al tractar-se ara d'una peça independent, podia allargar-se per oferir també un millor moment resistiva sobre el suport tant per geometria com per material.

FIXADOR

Versió 5

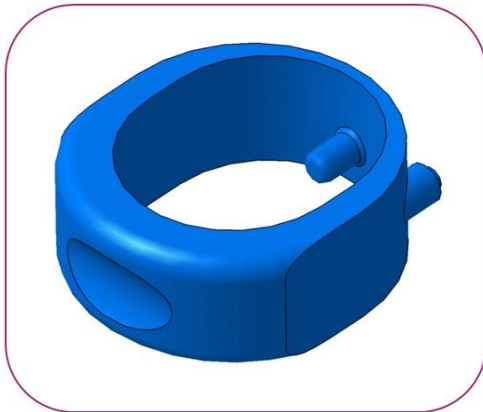


Versió 6

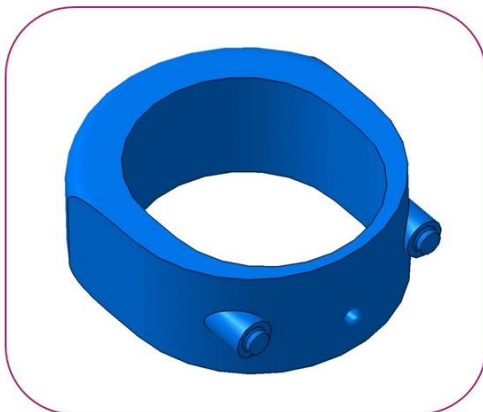
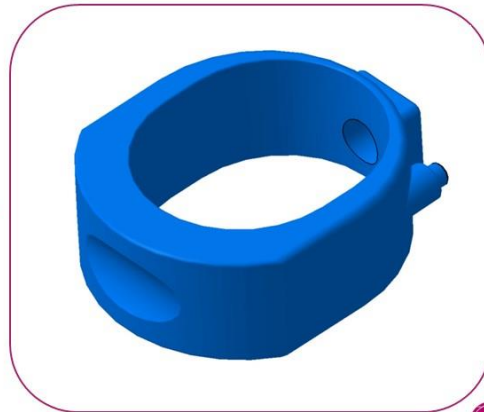


POLSADOR

Versió 5

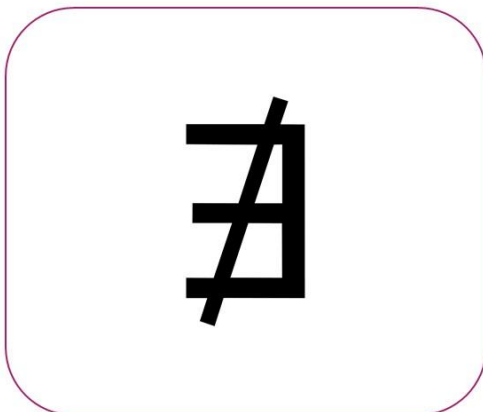


Versió 6

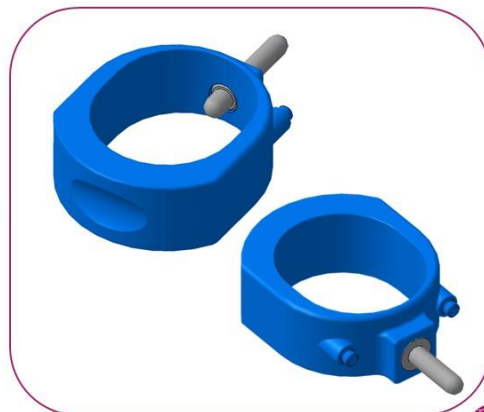


CONJUNT POLSADOR FIXADOR

Versió 5



Versió 6

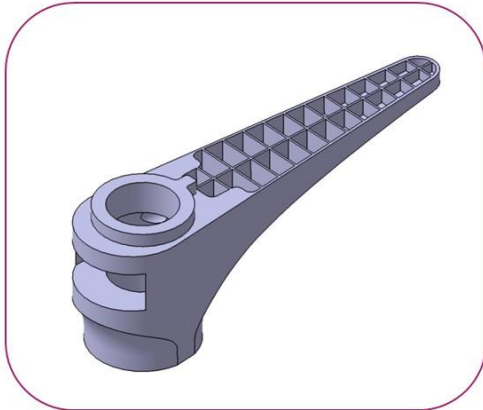


El suport també va patir canvis, que va millorar la seva estètica amb formes més arrodonides. També es va treballar per aconseguir un gruix de paret constant en tota la peça, ampliant la zona de nerviat de la part frontal a tota la superfície.

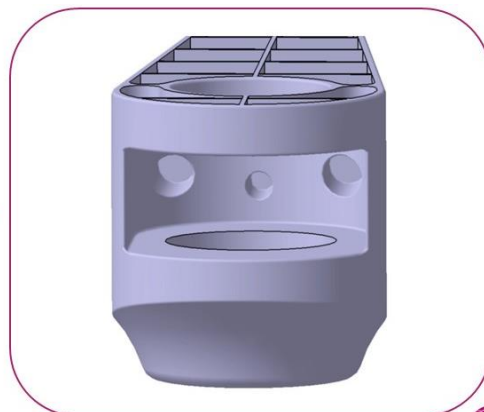
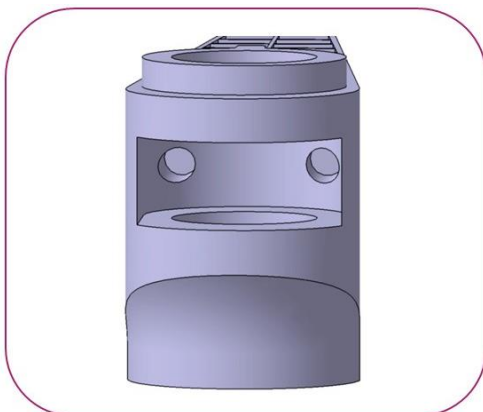
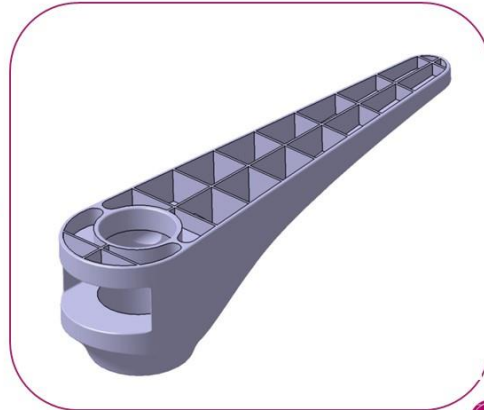
A més a més es va afegir un forat central a la part interior del mateix per deixar lloc a la nova peça.

SUPORT

Versió 5

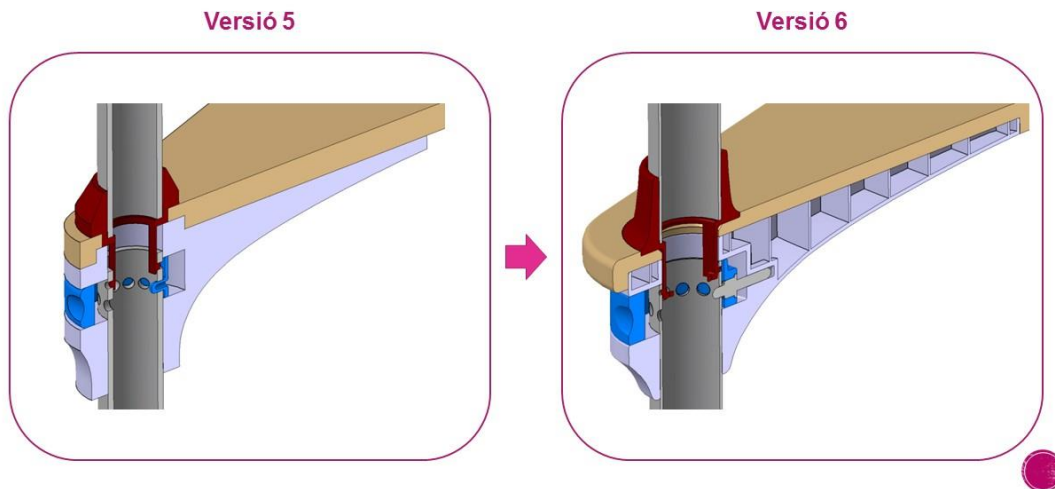


Versió 6



Aquesta versió, com es pot veure a la següent comparativa, és de les versions on més canvis interns hi ha hagut, canvis que no es veuen a simple vista però que milloren molt el producte final.

SECCIÓ CONJUNT



Versió 7

Amb afany d'aconseguir una peça suport amb el gruixos totalment constants, es va treballar a la setena versió única i exclusivament en aquesta peça, amb el resultat de subdividir-la en el suport i una nova peça inferior, la tapa.

El disseny estètic corbat del suport i la geometria necessària per contenir el polsador, el fixador i les molles presentava una zona inferior de molt material acumulat. Per resoldre-ho, es va decidir crear una segona peça que, mitjançant un nervi, aconseguís una zona correctament fabricable d'una manera fàcil i econòmica.

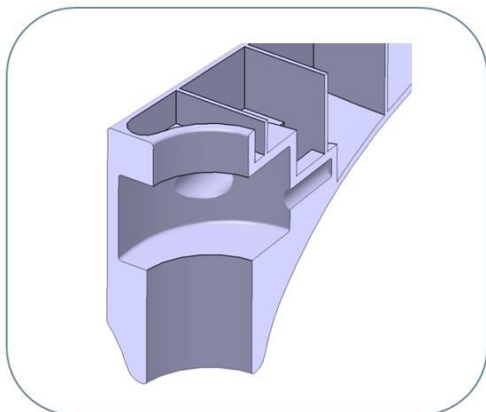
Ara bé, al provar diferents geometries es va detectar una incompatibilitat entre estètica i una correcta distribució de gruixos:

- Si la nova peça es feia tan alta com seria necessari, aquesta sobresortia pels laterals del suport, de manera molt similar a com ho feia el suport respecte a la balda a la quarta versió. Tot i que superficialment es va aconseguir que les peces un cop muntades semblessin una de sola, la línia d'unió no presentava una bona continuïtat.
- Si la peça es feia tan alta com permetia la corba del suport, la unió de les dues peces era perfecta però no s'aconseguia reduir del tot les zones de massa gruix.

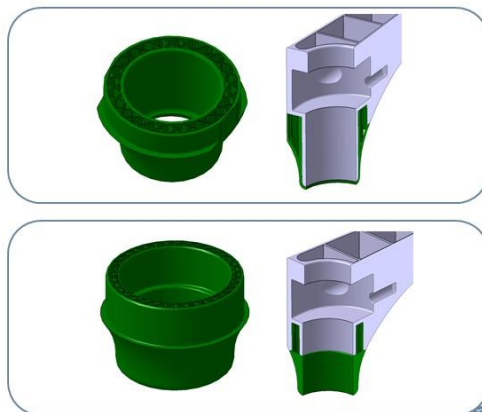
Per aquest motiu es van dissenyar dues versions de cada peça a l'espera de determinar quina versió seria la més adequada.

SUPORT AMB TAPA

Versió 6



Versió 7

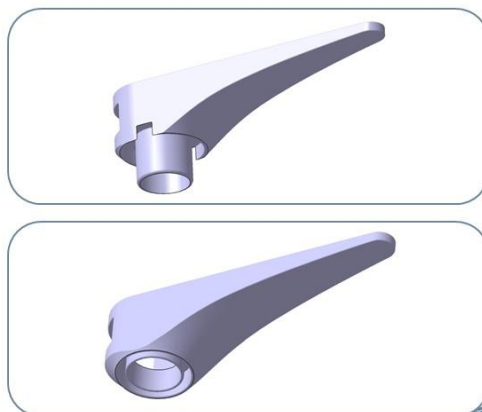


SUPORT

Versió 6



Versió 7

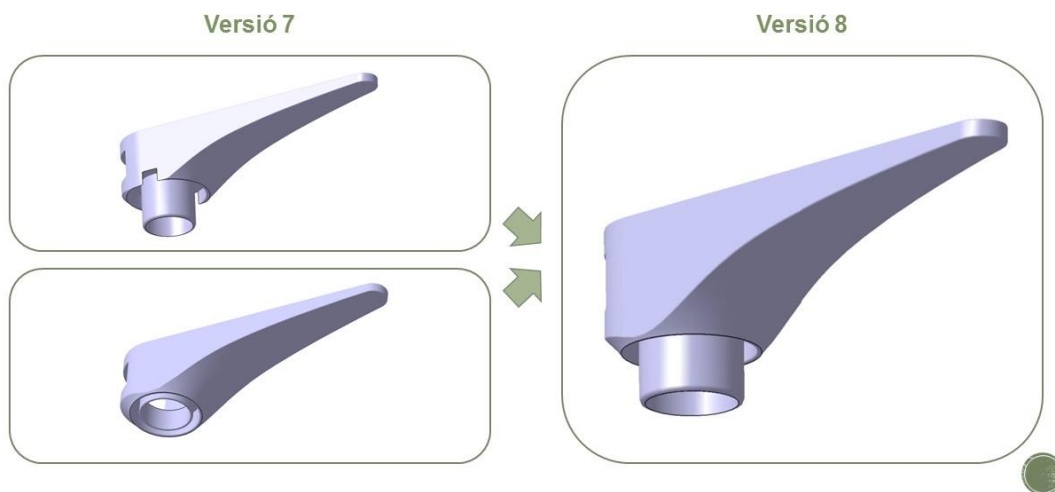


Versió 8

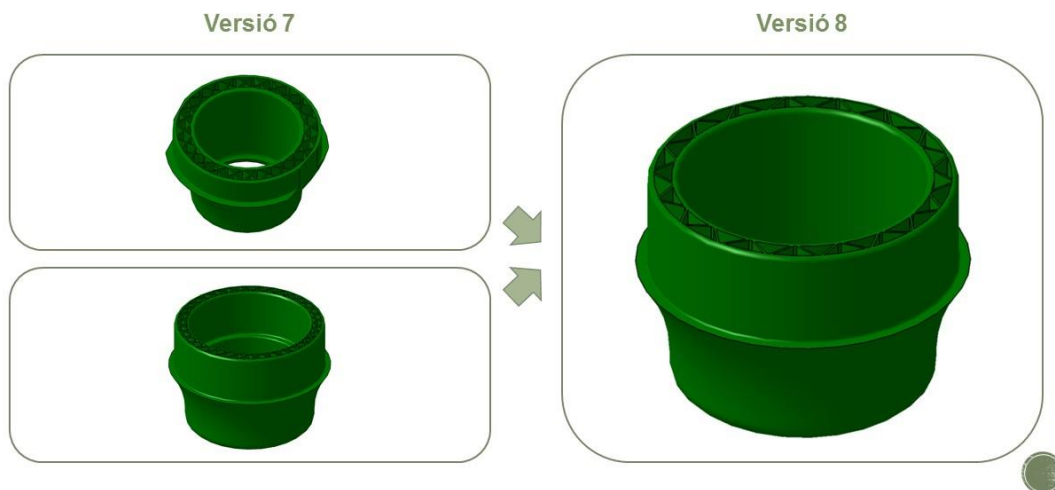
A la vuitena versió es va treballar tant sobre el suport i la tapa com en petits canvis en el centrador i el polsador per millorar la seva geometria.

Per una banda, mitjançant una lleugera modificació de la corba del suport es va aconseguir fer una tapa suficientment alta com per minimitzar les zones de gruix problemàtic. Amb això, es va aconseguir una unió entre peces continua i mantenint les dues peces amb gruixos constants. A més a més, el fet d'allargar la paret interior del suport oferia una major resistència a flexió del suport respecte a l'eix, podent optar per un plàstic de millors característiques pel suport i un plàstic més econòmic per la tapa, que serviria només de decoració i no patiria esforços.

SUPORT

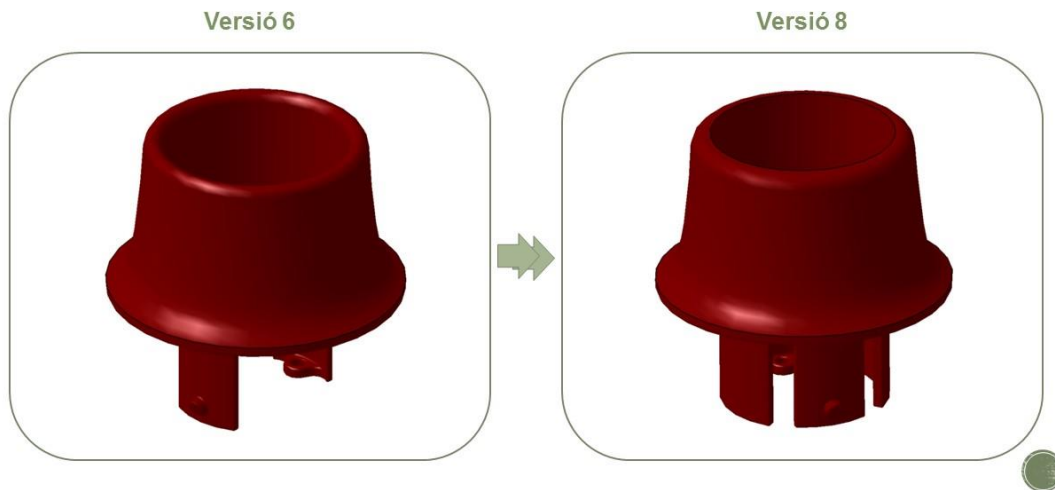


Tapa



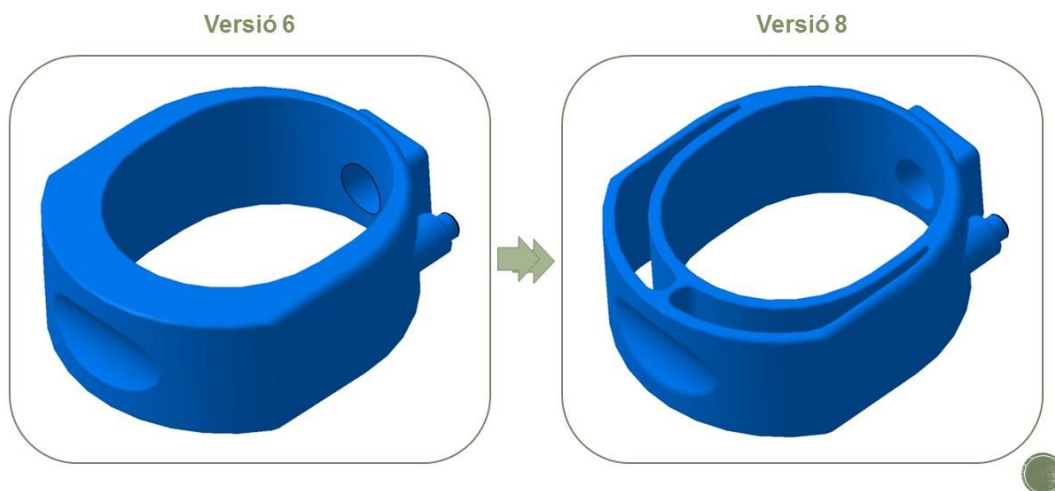
El centrador també va patir canvis per millorar la resistència, al qual se li van afegir dos parets més similars a les que ja tenia però de diàmetre exterior lleugerament inferior per assegurar que no toquessin amb la balda ni el suport però que oferiria una residència extra a l'hora de carregar la balda i de facilitar també el muntatge de la peça al servir de paret guia.

CENTRADOR



El polsador també va rebre canvis per assegurar un gruix constant de peça i evitar uns xuclets al refredar-se el plàstic injectat que deixaria la peça amb bombolles d'aire a l'interior.

POLSADOR



4.1.3. FASE 3. REDISENY SISTEMA FIXACIÓ ESTRUCTURA

Versió 9

Amb la versió vuit s'apliquen els últims canvis a les peces del sistema de muntatge i moviment de les baldes, que passen a ser definitives. Amb aquestes peces finalitzades, a la novena versió es comença a treballar en millorar el sistema d'ancoratge de tota l'estructura, per aconseguir així un producte final totalment redissenyat.

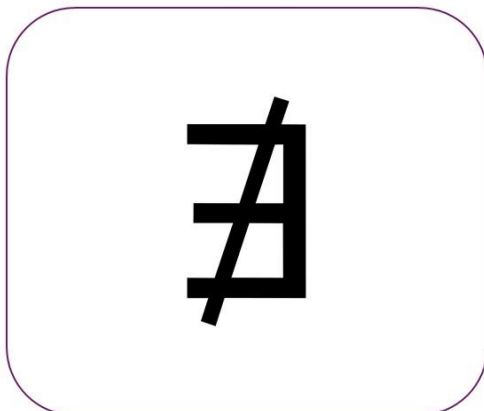
Els principals problemes que es troben en aquestes peces són bàsicament els mateixos que s'han anat trobat a les peces ja redissenyades: Guixos de peça desiguals, unions poc estètiques i peces mal aprofitades o sobredimensionades.

La peça principal, i gaire bé única si no es contemplen els cargols de subjecció, és el suport d'ancoratge, que serveix tant per subjectar l'estructura a la paret, al terra o al sostre mitjançant tres cargols i que s'uneix a ella mitjançant un cargol hexagonal DIN 931 de mètrica 42, excessivament gran però necessari per aconseguir rosca el suport d'ancoratge directament al tub de diàmetre 50 mm.

Per optimitzar aquesta unió, es crea una nova peça anomenada adaptador, que no és més que un cilindre de dos diàmetres diferents, el petit dels quals es dimensiona a partir d'un cargol Allen DIN 912 de M10 i el més gran coincideix amb el diàmetre interior del tub amb una certa tolerància per oferir un muntatge premunt que no necessiti d'una peça extra. A aquesta peça també se li fa un buidat a la zona de diàmetre major per aconseguir un gruix constant.

ADAPTADOR

Versió 8



Versió 9



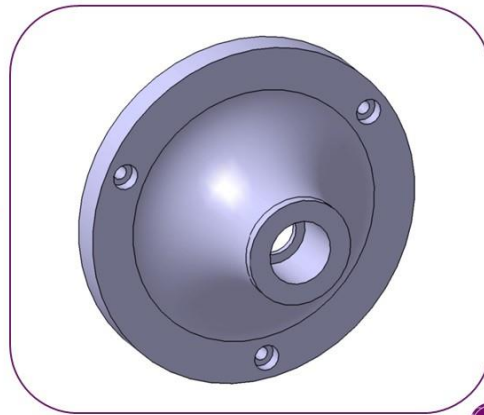
Com ja no va ser necessari un cargol tan gran també es redissenya el suport d'ancoratge i s'intenta evitar que l'eix hagi d'entrar dins del suport, és a dir: que el contacte d'aquestes dues peces sigui entre dos parets paral·leles d'igual diàmetre per a que un cop muntat es dissimuli el màxim possible la unió entre elles.

SUPORT D'ANCORATGE

Versió 0



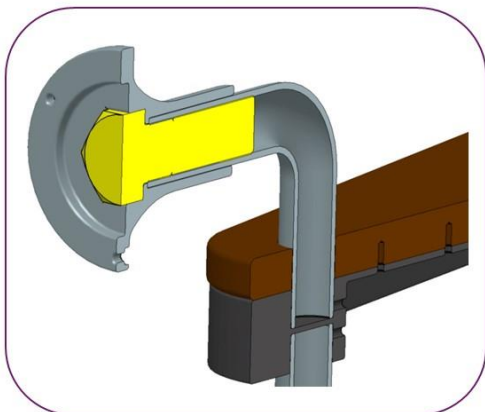
Versió 9



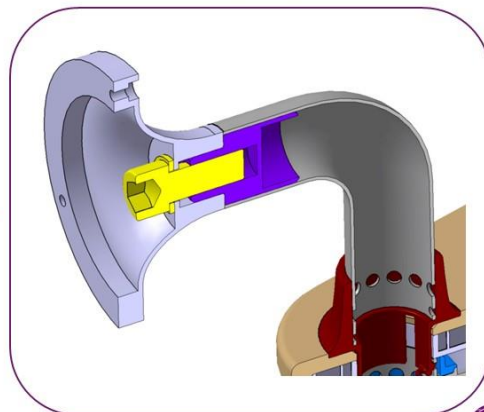
Amb aquest canvis, s'aconsegueix que el conjunt quedi de la següent manera:

SECCIÓ CONJUNT

Versió 0



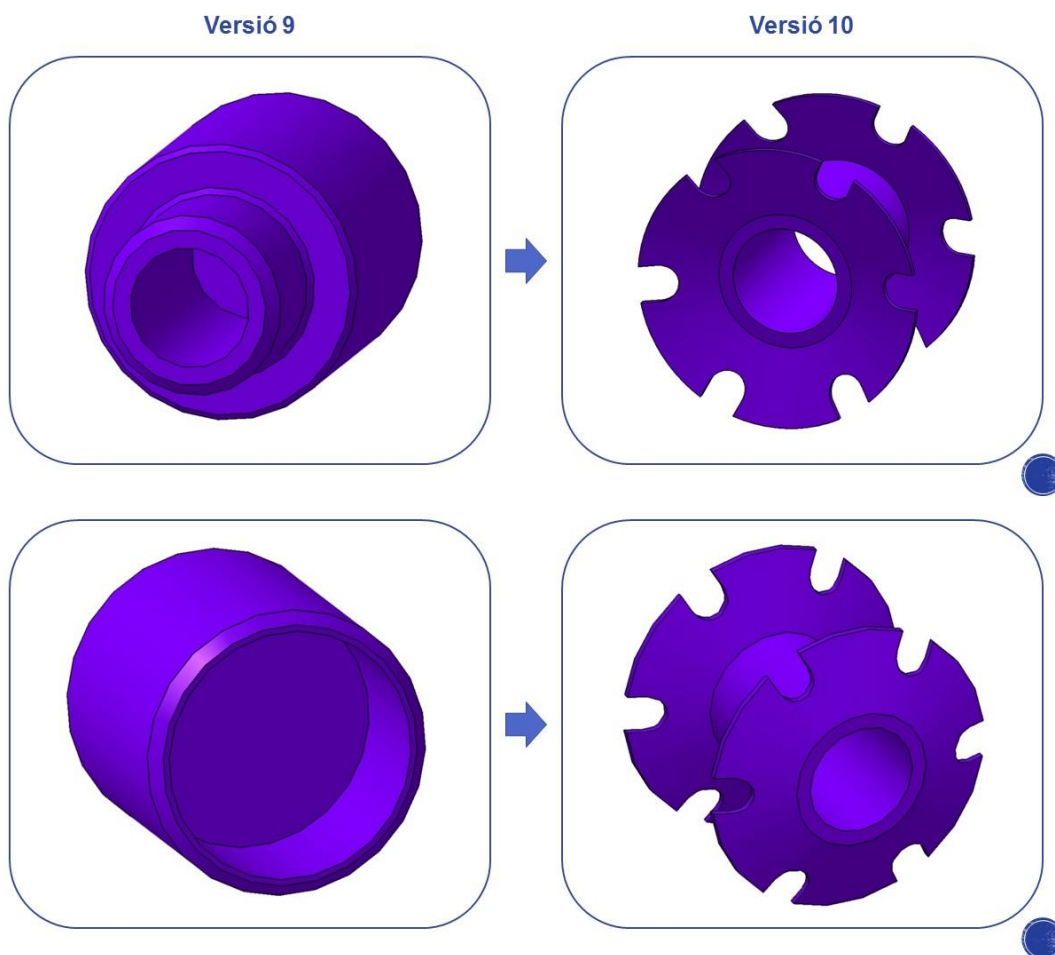
Versió 9



Versió 10

Arrel d'aquesta idea pensada per millorar la unió entre estructura i ancoratge, es pensa en utilitzar una nova peça diferent, que es coneguda per la seva utilització al món del ciclisme, anomenada "Aranya". Aquesta peça consta d'un cilindre d'acer amb dues corones inclinades amb les vores vives a les seves cares extremes que s'introdueix a cops de martell, utilitzant una eina especial, a dins del tub de la suspensió davantera de la bicicleta i que permet enroscar, degut a la seva rosca central, la potència de la bicicleta, que subjecta el manillar. Gràcies a l'angle d'aquestes corones, aquestes poden flectar una mica per aconseguir introduir la peça dins del tub, però un cop col·locat, queda fixada i no es pot treure. En aquesta versió es va crear una peça inspirada en la utilitzada a les bicicletes per aconseguir una rosca de dimensions coherents en tubs de diàmetre molt més gran.

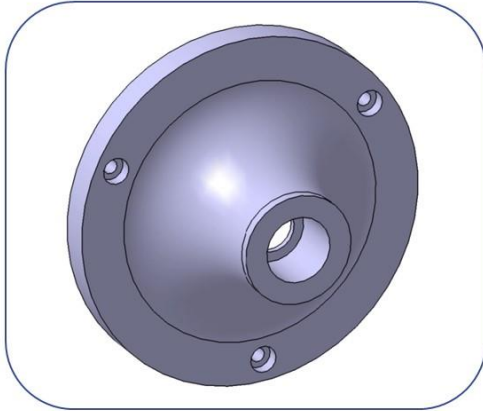
ARANYA



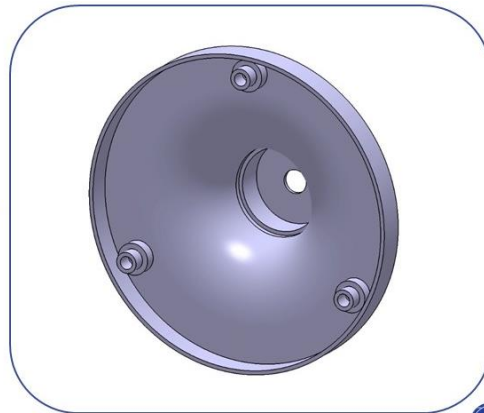
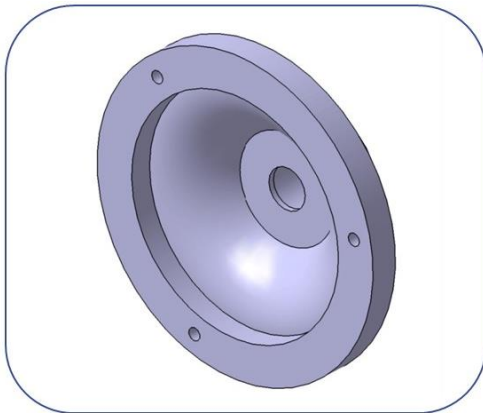
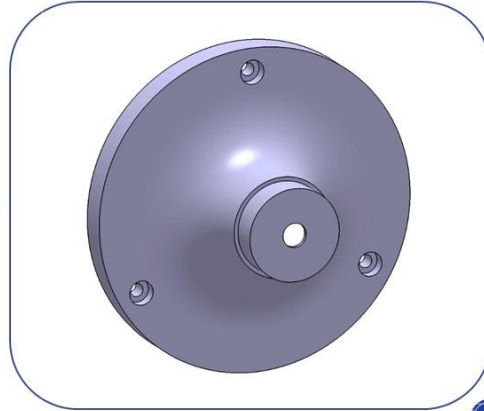
Paral·lelament a aquest canvi, el disseny de la peça d'ancoratge també va canviar, intentant aconseguir també en aquesta peça uns gruixos constants.

SUPORT D'ANCORATGE

Versió 9



Versió 10

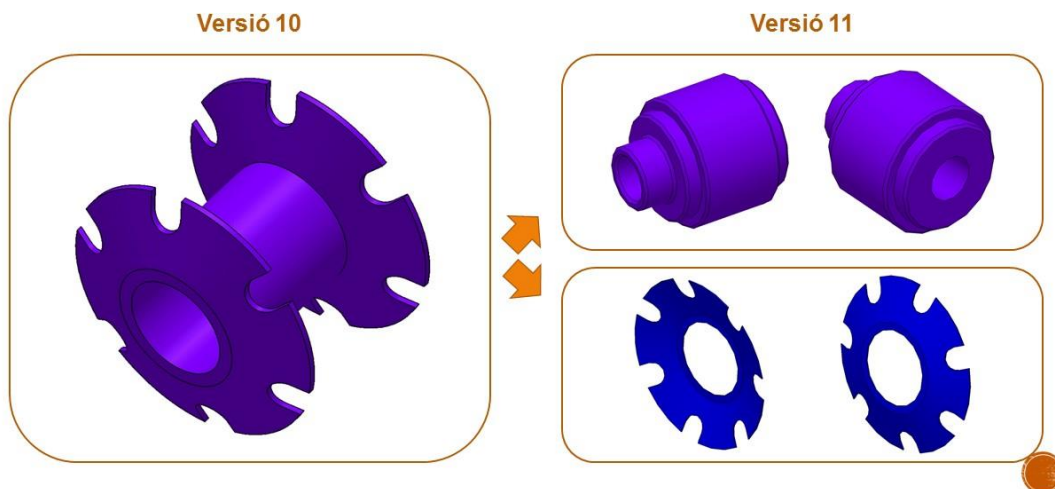


Versió 11

En aquesta versió es segueix treballant sobre l'aranya i l'ancoratge. Per al primer cas, analitzant les necessitats específiques del muntatge, es creu oportú dissenyar dues peces per separat que, soldades, s'aconsegueix una peça inspirada en la utilitzada al ciclisme. Amb això s'aconsegueix poder definir unes mesures ajustades a les necessitats del conjunt i oferir una funcionalitat extra de centrat per millorar el muntatge, a més d'aconseguir peces més fàcils de fabricar. L'aranya per tant, es subdivideix en dues peces:

Per una banda, es dissenya una base d'aranya pensada per ser mecanitzada que passa d'un sol diàmetre a quatre: Dos d'iguals a banda i banda del diàmetre més gran per ubicar les dues corones i un quart cilindre, de dimensions més reduïdes, amb la intenció de que serveixi com a centrador a l'hora de muntar. Per altra banda, es dissenyen les corones com una peça independent que anirà soldada a la base de l'aranya.

BASE I CORONA ARANYA



En paral·lel, l'ancoratge pateix millores en el seu disseny per corregir errors que es van detectar de la versió anterior: Es modifiquen els diàmetres de la zona central per facilitar la fabricació de la peça i també es modifica l'allotjament dels cargols que fixen la peça a la paret per utilitzar uns cargols de cap avellanat en comptes d'uns de cap pla.

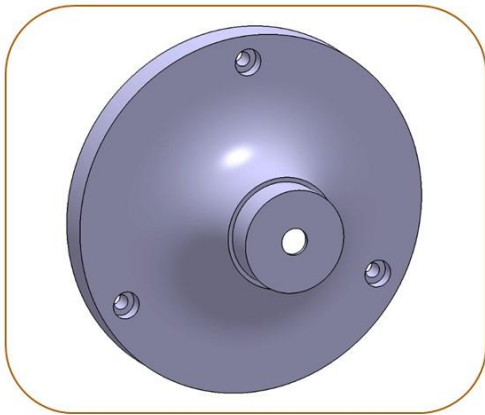
Amb aquest canvi s'aconsegueix reduir de 15 a 5 mm l'alçada de la base, que s'adapta al gruix dels caps dels nous cargols a utilitzar. També es modifica l'espessor de la peça en general, que passa de dos mil·límetres a un. Aquest valor s'acabarà definint segons les conclusions de la anàlisi resistiva, però 1 mm es considera a priori un valor prou raonable per les sol·licitacions que patirà la peça.

A part d'això, també es va detectar una possible mala experiència per l'usuari al collar la peça: El canvi de geometria de la peça de la versió 9 a l'adoptada a les versions 10 i 11 implica que la superfície d'aquesta peça que està en contacte amb la paret passa de ser un anell de 20 mm de gruix a un de només 1 mm. Al cargolar el suport a la paret o al sostre, aquest podria provocar marques en aquests suports, fent-los malbé. Fins i tot si només s'utilitza el suport com a base al terra, si l'estructura arriba a estar molt carregada també es podria marcar el terra si aquest fos de parquet, per exemple. Per això en aquesta versió es determina afegir una nova peça, una junta tòrica normalitzada

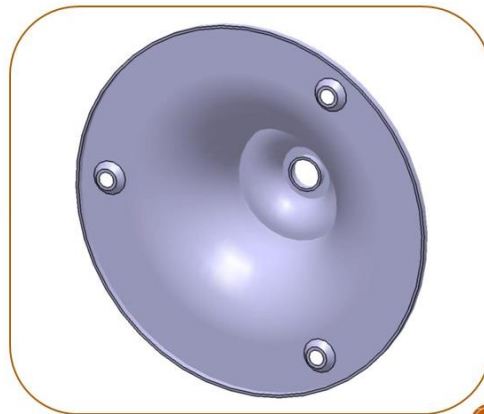
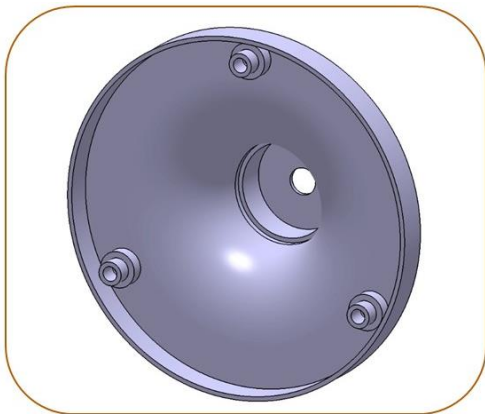
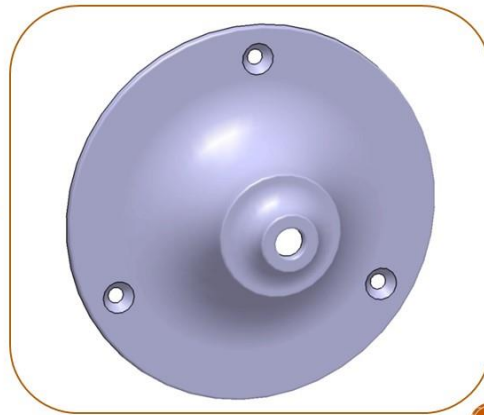
que es col·locaria entre la paret interior de l'ancoratge i els cargols evitant el contacte directe entre la peça d'ancoratge i el suport on es col·li l'estructura. Amb un diàmetre de 0,5 mm més gran que la paret interior de l'ancoratge s'aconseguiria fixar la tòrica a la peça i s'evita haver de dissenyar una geometria específica per allotjar la junta.

SUPORT D'ANCORATGE

Versió 10



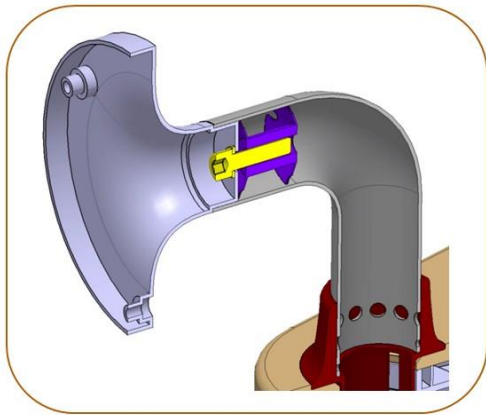
Versió 11



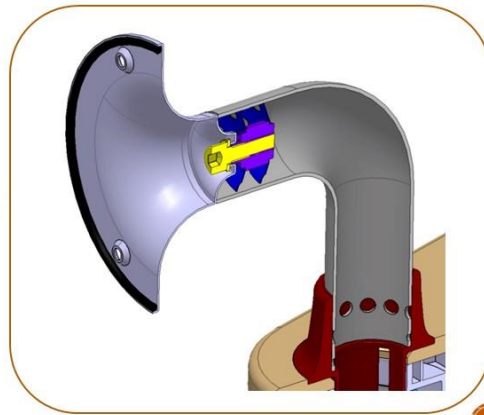
En una visió més global, les dimensions de la peça ancoratge i de l'aranya estan pensades per deixar un marge de 2,5 mm entre elles per assegurar que les dues peces que tinguin contacte al collar siguin l'ancoratge i el colze.

SECCIÓ CONJUNT

Versió 10



Versió 11



4.2. MAQUETA 3D PER DOCUMENTAR L'ÚS

Un cop aconseguida una proposta de disseny final, aquesta segueix el procés de desenvolupament cap a l'objectiu d'obtenir una proposta definitiva.

Abans però es considera oportú realitzar una maqueta d'aquesta proposta de disseny per donar suport a un anàlisi d'ús, posterior al procés de disseny, i obtenir una primera idea de com interaccionaria l'usuari amb el producte. Aquesta informació podria ser utilitzada en el procés de desenvolupament del producte, sobretot en l'apartat d'antropometria.

La tecnologia escollida per realitzar aquesta maqueta ha sigut la impressió 3D, en concret el mètode FDM® (*Fused Deposition Modeling*), també conegut per la comunitat com FFF (*Fused Filament Fabrication*). Aquest mètode, que consisteix en fondre fil de plàstic d'una bobina i depositar-lo amb un extrusor per capes, és el més utilitzat per petits projectes particulars per la seva bona relació entre els resultats que es poden obtenir i el preu que costa portar-ho a terme.

Inicialment es van fer una sèrie de proves amb la impressora que la EPSEVG posa a disposició dels seus alumnes. Així es podria conèixer el procediment a seguir per realitzar les impressions i els conceptes que s'havien de tenir en compte per facilitar la feina a la impressora, i d'aquesta manera, evitar errors. Gràcies als consells del tècnic responsable de l'EPSEVG, Oscar de Sousa, es van dur a terme una sèrie de modificacions a les peces que es volien imprimir, les referents a tot el sistema intern de la balda i el seu moviment.

Aquests canvis van ser, bàsicament, per aconseguir:

- Marges entre les peces i permetre el muntatge entre elles, ja que la tolerància de fabricació d'aquest mètode d'impressió és d'uns 0,8 mm, tot i que es recomana 1 mm.
- Gruixos de peça superiors a 1 mm, degut també a aquesta tolerància.
- Arrodoniments superiors a R1, pel mateix motiu.
- Peces massisses, ja que la pròpia impressora ja fa un mallat interior per aprofitar al màxim el fil i les peces dissenyades presentaven nerviats i buidats.
- Tallar la balda i el suport en un sol bloc, sense les parts en voladís. Això es va haver de fer degut a que la superfície màxima que admet la impressora és d'aproximadament de 200 mm x 200 mm de base. Així no hi havia la necessitat d'enganxar dues parts d'una peça. A més a més, les peces més grans presentaven temps d'impressió molt elevats, inassolibles si no es disposava de la impressora en jornades nocturnes.
- Minimitzar la utilització de suports externs, que poden presentar problemes per mantenir els marges entre peces si no es poden retirar completament un cop acabada la impressió, creant geometries de suport a 30° d'inclinació pròpies de cada peça que presentés algun voladís.

A l'hora d'imprimir aquestes primeres peces, i veient el temps d'impressió d'alguna d'elles, es va optar fer realitzar la maqueta a escala, en un primer moment a 1:2 i després al 40% de la mida real després de veure la dificultat d'aconseguir peces correctes en pocs intents ja que l'extrusor sovint fallava.



Figura 22. Primeres impressions amb la impressora de la universitat

Degut als constants errors en les impressions i la poca disponibilitat de la impressora, es va haver d'optar per encarregar la fabricació de les peces a una empresa especialitzada, tot i que el coneixement assolit amb les primeres impressions realitzades va resultar molt útil per ajudar a portar a terme posteriors impressions.

Mitjançant la web 3DHUBS.com, on es podien penjar online les peces a imprimir i obtenir un pressupost aproximat de diferents HUBs d'arreu del món (particulars o empreses que ofereixen serveis d'impressió) segons el material i la qualitat requerida. Es va optar per contactar amb una empresa ubicada a Viladecans que oferia una qualitat prou bona amb un preu molt assequible. Gràcies a aquest preu, es van poder imprimir peces al 60% del la mida real, reducció que permetia un marge més gran a toleràncies i gruixos mínims de les peces. Per desgràcia, per motius encara desconeguts, les peces sortien amb parets poc llises i les peces més planes patien deformacions al refredar-se, fets que impossibilitaven un bon muntatge.

Finalment, gràcies a l'ajuda d'una treballadora de ThinguiBOX i de la seva impressora particular, es van poder aconseguir les peces d'una qualitat acceptable, tot i que impreses en PLA en comptes d'ABS com es volia inicialment. El PLA (Àcid Polilàctic) és un polímer constituït per molècules d'àcid làctic amb propietats similars al PET (Tereftalat de polietilè), que és el plàstic amb el qual es fan ampolles d'aigua, per exemple. L'ABS (Acrilonitril Butadiè Estirè) en canvi és un plàstic molt resistent, de millors propietats que el PLA, tot i que més car.

COMPARATIVA DE MATERIALES

Materiales testados por Tumaker

	Tª de deformación	Acabado	Resistencia	Contracción
ABS	110°C	↑↑↑	↑↑	↑↑
PLA	60°C	↑	↑	↓

Algunes peces es van haver d'imprimir diverses vegades fins aconseguir un muntatge prou bo, ja que la relativa poca precisió de la impressió 3D no permet unes toleràncies gaire ajustades. Al final es va aconseguir que peces com la tapa del suport entressin a pressió per no haver-la d'enganxar, ja que esta col·locada boca avall, però sense que acabés de quedar encaixada del tot i així poder desmuntar-la; i que peces com el polsador o l'eix entressin amb prou suavitat però sense provocar gaire vinclament ni joc excessiu.

Per acabar la maqueta es va dissenyar una base per poder col·locar tot el conjunt en vertical i es van buscar dues molles de bolígraf per provar el mecanisme del polsador.

Sistema de creació modular de prestatgeries
Joan Batllori Cornudella



Figura 23. Fotografies maqueta final

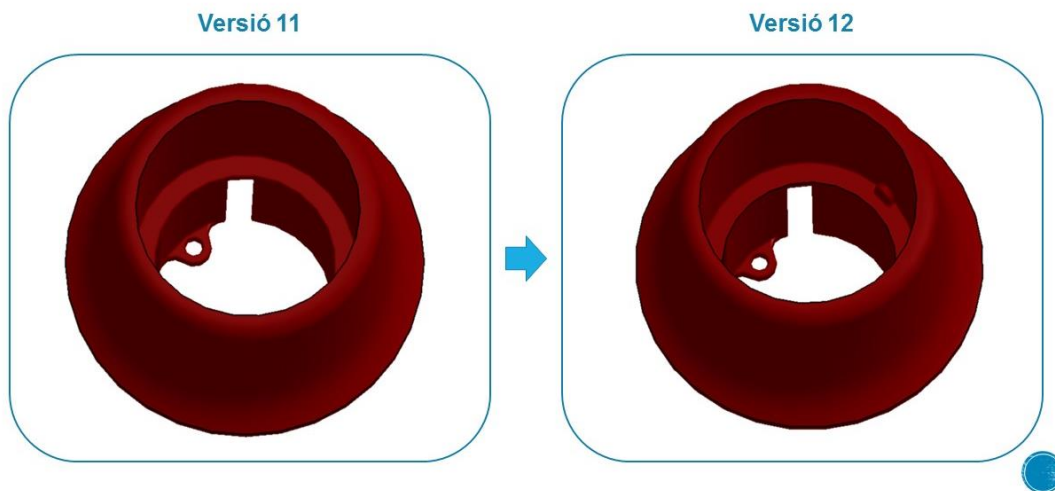
4.2.1. MODIFICACIONS POST-MAQUETA

Redisseny

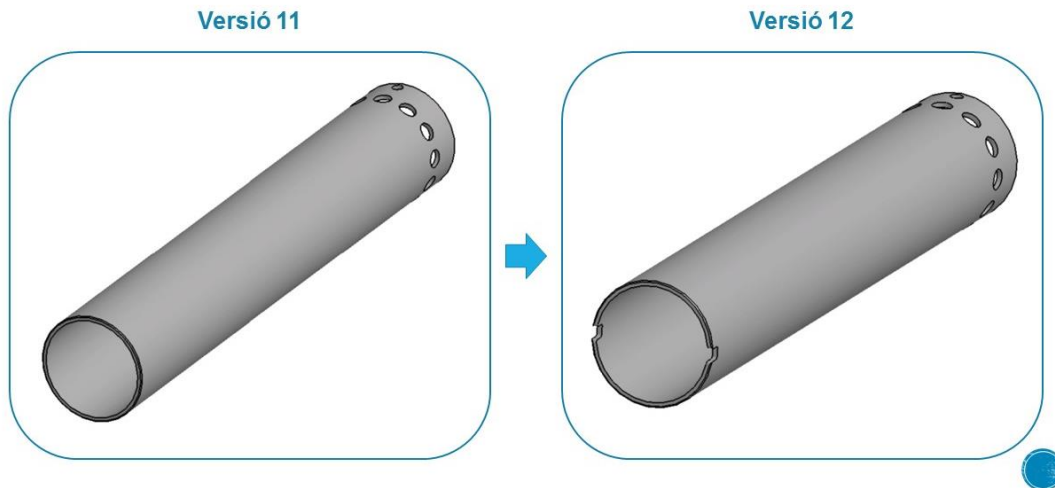
Només finalitzar la maqueta i comprovar el seu funcionament ja es va detectar un problema que havia passat per alt a la fase de disseny, ja que al dissenyar el conjunt balda es va treballar sobre el prestatge inferior, que està col·locat a sobre del colze inferior, que a la vegada va col·lat a paret mitjançant la peça ancoratge i per tant, el colze no té rotació, és fixe. Al extrapolar aquest conjunt a les baldes superiors, que estan col·locades sobre un eix i no sobre el colze fixe, no es va tenir en compte que aquest eixos no tenien cap restricció de rotació i per tant, si la balda girava, l'eix podia girar amb ella per la fixació del polsador.

La solució adoptada va ser afegir dos nervis a la part interior del centrador, on es recolza l'eix de la balda superior, que coincideixen amb un nou rebaix de forma quadrada a la part inferior de l'eix, evitant la rotació relativa de les dues peces. Com el centrador està fixat a l'eix immediatament inferior, ara el centrador fa de nexa d'unió entre l'eix immediatament superior i l'inferior, evitant la rotació relativa entre les tres peces i, en el cas de la balda inferior, entre l'eix superior, el centrador i el colze, que no té rotació. D'aquesta manera s'evita la rotació de tots els eixos i centradors, permetent el correcte funcionament del sistema.

CENTRADOR



EIX



Ergonomia

La maqueta també va servir per observar quina mesura real tenen totes les peces, ja que al estar a una escala pròxima al 50%, és fàcil imaginar-se les dimensions del producte real, el doble de gran. Amb aquesta aproximació, es va observar que el pulsador, al 60% de la seva mida real ja permetia poder accionar-se amb un sol dit, amb prou espai de marge superior e inferior. Aquest fet va sorprendre ja que el pulsador a mida real es va dissenyar per ser pulsat amb un sol dit, i si a la maqueta ja permet, per dimensions, fer-ho així, a mida real podria ser possible, per alçada del pulsador, fer-ho amb dos. Això implicaria que es podria posar unes molles més dures per oferir una millor sensació de qualitat sense que costés prémer el pulsador al poder fer-ho amb dos dits.

A més a més, també es van fer les primeres proves d'interacció amb el conjunt, es van prendre les primeres anotacions a partir de diferents usuaris sobre com col·locaven la mà per prémer el pulsador, quina postura adoptaven els dits, en quina posició quedava el polze, etc. Aquesta informació ha permès tenir una primera idea de quina interacció podria tenir l'usuari i s'ha utilitzat com a punt de partida per realitzar un estudi antropomètric.

4.3. ANÀLISI D'ÚS. INTERACCIÓ AMB L'USUARI

La maqueta també va servir per observar quina mesura real tenen totes les peces, ja que al estar a una escala pròxima al 50%, és fàcil imaginar-se les dimensions del producte real, el doble de gran. Amb aquesta aproximació, es va observar que el polsador, al 60% de la seva mida real, ja permetia poder accionar-se amb un sol dit, amb prou espai de marge superior e inferior. Aquest fet va sorprendre ja que el polsador a mida real es va dissenyar per ser polsat amb un sol dit, i si a la maqueta ja permet per la seva alçada fer-ho així, a mida real podria ser possible fer-ho amb dos. Això implicaria que es podria posar unes molles més dures per oferir una millor sensació de qualitat sense que costés prémer el polsador al poder fer-ho amb dos dits.

A més a més, també es van fer les primeres proves d'interacció amb el conjunt, es van prendre les primeres anotacions a partir de diferents usuaris sobre com col·locaven la mà per prémer el polsador, quina postura adoptaven els dits, en quina posició quedava el polze, etc. Aquesta informació ha permès tenir una primera idea de quina interacció podria tenir l'usuari i s'ha utilitzat com a punt de partida per realitzar un estudi antropomètric a la següent proposta.

5. PROPOSTA FORMAL

Amb el producte dissenyat, es passa a la següent proposta que pretén definir les formes definitives exteriors i els acabats mitjançant una anàlisi antropomètrica.

5.1. ANÀLISI ANTROPOMÈTRICA

L'antropometria, segons el llibre "Ergonomía 1. Fundamentos" de Pedro R. Mondelo, Enrique Gregori i Pedro Barrau, és la disciplina que descriu les diferències quantitatives de les mesures del cos humà, estudia les dimensions prenent com a referència diferents estructures anatòmiques i serveix d'eina a l'ergonomia amb l'objectiu d'adaptar l'entorn a les persones.

En el capítol 3 d'aquest llibre, titulat "Relacions dimensionals", i en concret en el primer punt d'aquest capítol, anomenat "Antropometria", s'analitza la interacció o la influència de les mesures del cos humà en el disseny i concepció d'un lloc de treball, que generalitzen com a entorn, però la informació del cos humà amb la que treballen també pot ser vàlida per al disseny d'un producte, ja que aquest pot considerar-se com a entorn o almenys pertànyer a ell.

Amb la informació que s'extreu del llibre es determina que l'anàlisi antropomètrica es basarà en el principi del disseny per als extrems, ja que el producte està pensat per ser utilitzat per un gran nombre de persones i que només es tindran en compte les mesures concretes que puguin intervenir directament en cada cas per minimitzar l'error.

En un segon llibre ("Ergonomía 3. Diseño de puestos de Trabajo" de Pedro R. Mondelo, Enrique Gregori, Joan Blasco i Pedro Barrau), molt relacionat amb el primer, es pot extreure, al capítol 2 "Relaciones dimensionales. Antropometría", quines mesures orientatives poden ser susceptibles al disseny del producte.



Figura 24. Mesures orientatives segons el bibliografia

En concret al producte al qual va dirigit aquesta anàlisi, les mesures importants a tenir en compte serien:

- L'ample del polze (o més concretament, dels dits).
- L'ample de la mà.
- La distància del colze a la punta dels dits (o més concretament la distància de l'espatlla a la punta dels dits).

Aquestes mesures ja es van considerar durant el disseny del producte, a la proposta funcional, per definir les geometries de les peces que tindrien més contacte amb l'usuari i facilitar així la interacció entre aquest i el producte, però com la peça podia patir un canvi de forma en qualsevol moment, ja sigui per la detecció d'algun error o per afectació d'un canvi en qualsevol altre peça, no ha sigut fins ara que s'ha volgut realitzar una anàlisi específica d'aquestes geometries per validar si estan ben plantejades o s'han de modificar per millorar l'experiència de l'usuari.

5.1.1. ANÀLISI PRELIMINAR

Per realitzar l'anàlisi, és necessari trobar quines situacions són les més problemàtiques i quins punts del producte s'han de treballar a partir de l'observació i de la informació rebuda de la interacció amb la maqueta.

En concret, les peces que més directament interaccionarien amb l'usuari són: la balda, el suport (juntament amb la tapa) i el polsador, sobretot aquest últim. Peces com el centrador o l'ancoratge també tindrien interacció amb l'usuari però a priori només en el procés de muntatge i desmuntatge.

Complementàriament, per ratificar quines parts dels cos s'haurien de tenir en compte, la realització d'una maqueta ha permès obtenir informació de diversos usuaris sobre com interaccionen amb el producte que, tot i estar a escala, permet fer una anàlisi preliminar per orientar l'estudi en punts o postures concretes com: la posició de la mà, la manera com es solen col·locar els dits a l'hora de prémer el polsador i si l'usuari utilitza o no l'altra mà per fer girar la balda o si mou el conjunt amb una sola.

A partir d'aquesta anàlisi preliminar i de la observació de diversos usuaris amb la maqueta, es defineixen tres situacions o postures crítiques:

Interacció dels dits amb els polsador:

L'acció de pressionar el polsador representa l'acció més representativa del producte, juntament amb l'acció de girar la balda. És per això que es considera la postura més important a tenir en compte.

La manera més còmode de pressionar el polsador i girar la balda és apropar-se per un lateral del producte, és a dir, tenint la paret a esquerra o dreta amb la balda orientada a 90° amb la paret, però pot donar-se el cas que per culpa de l'entorn aquesta aproximació no sigui possible, per tant, per realitzar aquesta anàlisi es considera una aproximació frontal, amb la paret de cara, posició on el polsador es troba més allunyat de l'usuari.

Al polsador se'l va dotar d'una geometria ergonòmica a la seva part externa, que facilités la seva localització, ja que l'usuari no pot veure el polsador en aquesta posició; i aquest, al compartir forma amb el suport per un aspecte estètic, l'usuari ha de palpar el polsador per saber on està. Ara bé, aquesta forma es va definir tenint en compte que l'usuari interaccionaria utilitzant només un dit i ara s'ha vist que per l'alçada del polsador i segons les dimensions de la mà, pot ser més còmode utilitzar-ne dos en comptes d'un.

Longitud baldes:

La longitud de les baldes es va definir, en un primer moment, d'una manera aproximada a partir de la longitud del braç d'una persona aleatòria per aconseguir una valor coherent per realitzar el disseny. Així es va aconseguir un valor que, tot i haver-se d'ajustar, no hauria de distar massa de l'ideal que proporcionés una postura còmode.

La longitud de la balda ve definida com la suma de dues mesures, radi de la circumferència major i distància entre centres. Com una d'elles no afecta a cap altra peça i la segona només afecta al suport, totes dues són fàcilment modificables. Per aquest motiu, es va agafar un valor provisional a l'espera de definir-ne les mesures definitives amb aquesta anàlisi.

De nou, es considera l'aproximació més desfavorable per l'ergonomia, on l'usuari hauria d'estirar el braç per arribar a la part del darrere del producte i accionar el polsador. Si les baldes fossin molt llargues, les persones amb els braços curts podrien no arribar a la part del darrere i no podrien accionar el polsador.

També s'ha de tenir en compte que la longitud de les baldes afecta de manera directa a l'espai disponible per col·locar objectes, funció principal del producte. Per tant, s'ha de trobar quina és la cota màxima admissible per obtenir el major espai pels objectes però sense que cap usuari tingui problemes per interaccionar amb el producte.

Alçada de les baldes:

L'alçada de les baldes o millor dit, la capacitat d'un prestatge per oferir el major nombre de possibilitats en quant a l'alçada de les seves baldes, és una de les característiques més importants en qualsevol prestatge. En aquest producte, l'alçada de cadascuna de les baldes ve determinada per la suma de les longituds dels tubs que es troben per sota de cada balda.

En quant a ergonomia, interessaria que les baldes no es poguessin trobar a la mateixa alçada que parts del cos sensibles a cops, com per exemple el cap o la part inferior de la cama.

Per analitzar aquestes postures, s'ha utilitzat el mòdul "Ergonòmics" del mateix software utilitzat per dissenyar el producte, CATIA. Aquests mòdul permet incorporar, en un espai tridimensional compartit amb el producte, un maniquí complet definit pels paràmetres següents:

- Gènere:
 - Home
 - Dona.
 - Japonès/sa
 - Coreà/na
 - Alemany/a
 - Xinès/sa.
- Percentil: De 0,01 fins 99,99.
- Model:
 - Cos complet
 - Avantbraç dret
 - Avantbraç esquerre.
- Nacionalitat:
 - Americà/na
 - Canadenc/ca
 - Francès/sa

Per realitzar l'anàlisi s'ha optat per utilitzar maniquins representatius de nacionalitat francesa, degut a la semblança en mides a l'espanyola. Com l'anàlisi treballa amb els extrems de la població, es van crear 4 maniquins d'ambdós gèneres i del percentils 5 i 95, que són els percentils més utilitzats en disseny ergonòmic i que representen el 90% de la població.

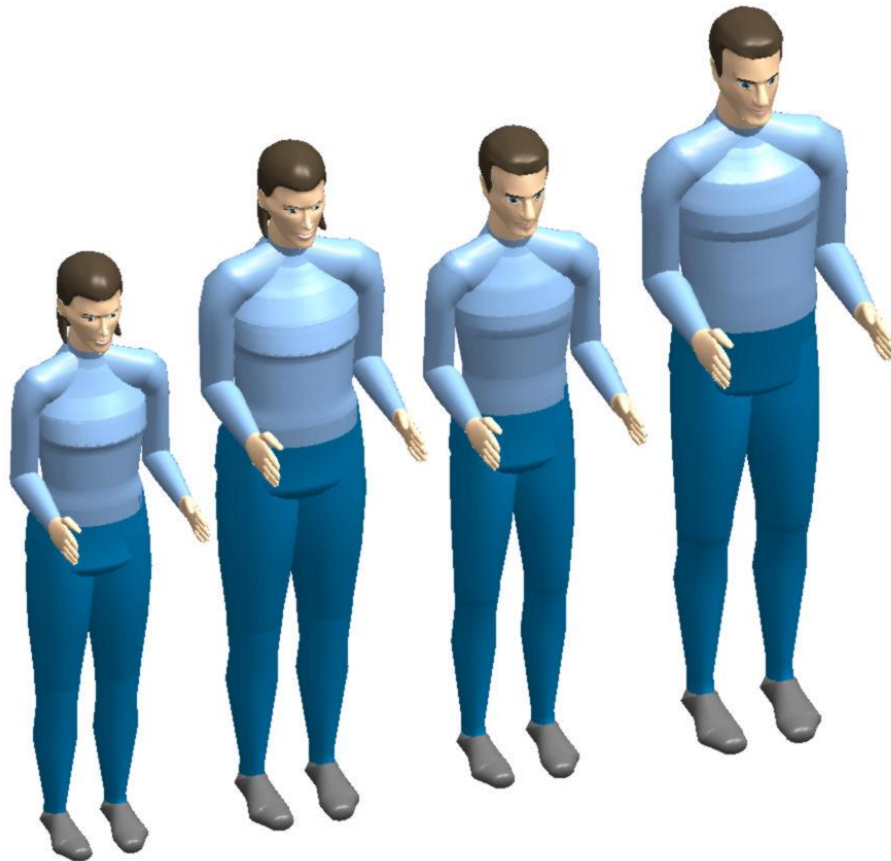


Figura 25. Maniquins utilitzats per realitzar l'estudi antropomètric

Per diferenciar un maniquí d'un altre, s'han pintat de colors i tons diferents: Blau pels homes i verd per les dones, to clar pels percentils 5 i to fosc pel percentil 95.

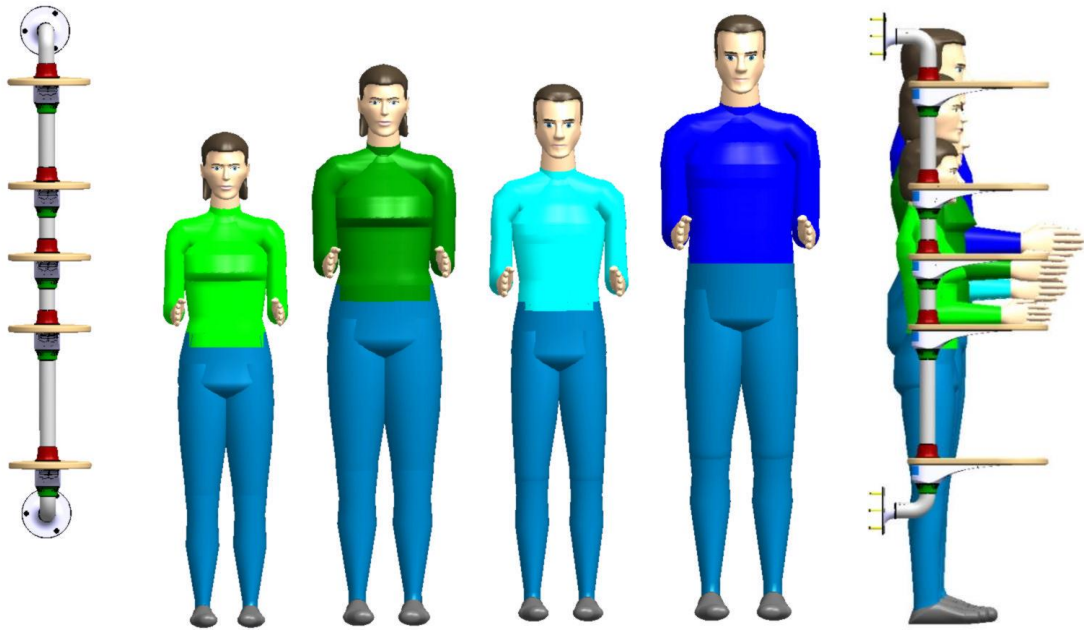


Figura 26. Comparativa Maniquins - Producte

Tot i així, per realitzar l'anàlisi només s'han treballat amb l'home percentil 95 i la dona percentil 5, ja que representen els extrems de la població amb independència del gènere.

5.1.2. ANÀLISI I CONCLUSIONS

Primera situació: Interacció amb el pulsador.

En les primeres proves amb els maniquins, el primer detall que es va observar va ser la posició del polze. La balda, al tenir un diàmetre més gran que el suport, implica que el polze, si es deixa recolzat sobre el cantó de la balda, aquest pot quedar en una posició més incòmode que si es recolzés per sota de la balda.

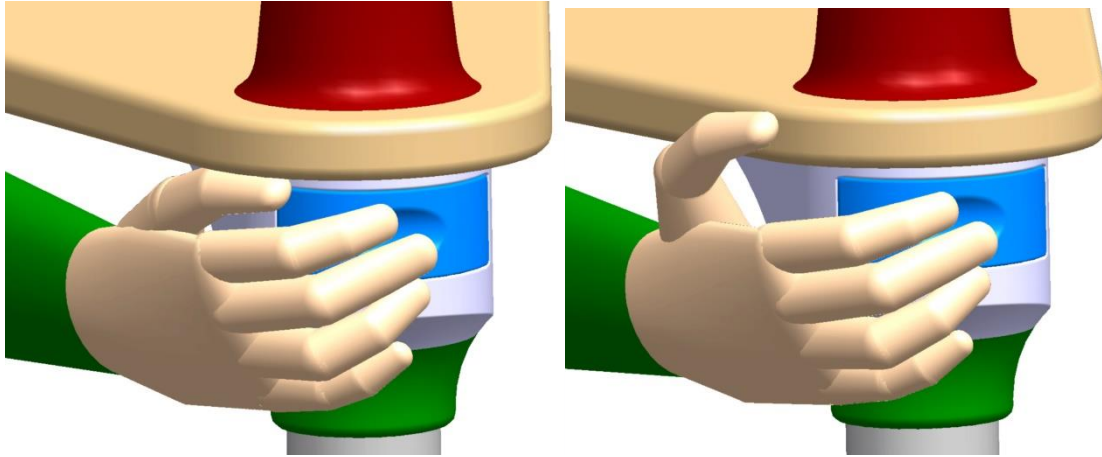


Figura 27. Comparativa posició del polze

Tenint en compte aquest primer detall, a la primera prova s'utilitza l'avantbraç de l'home P95 i es col·loca la seva mà de la manera més còmode possible. S'observa com degut a les dimensions de la mà i els dits, les persones de dimensions més grans podrien prémer el pulsador amb un sol dit, l'índex, i així col·locar la mà en una posició més baixa per deixar lloc al polze sota la balda, a priori una ubicació més còmode.

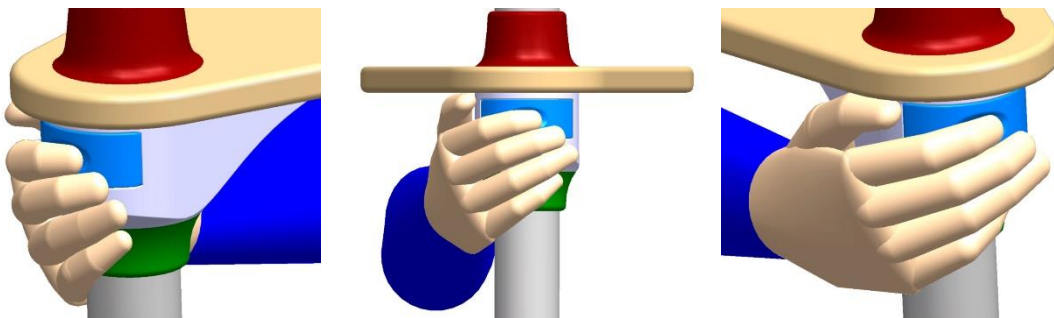


Figura 28. Interacció Home P95 amb el pulsador

En canvi, en una segona prova amb la dona P5, es pot observar com una postura d'una mà molt petita amb el polze per sobre de la balda resulta molt més antinatural, així que el més normal seria que les mans més petites ubiquessin el polze sota la balda. Ara bé, degut a l'alçada del pulsador i els petits dits d'una mà d'aquestes dimensions, és molt probable que s'utilitzin dos dits en comptes d'un per accionar el pulsador. Amb el maniquí es comprova si és possible que una mà petita pugui accionar el pulsador amb dos dits i segueixi tenint espai per ubicar el polze. Com es pot veure que sí, la forma ergonòmica del pulsador, pensada per col·locar un sol dit, ja no és la més adient per a tots els usuaris, ja que s'ha comprovat que hi ha usuaris que podrien accionar el pulsador amb dos dits.

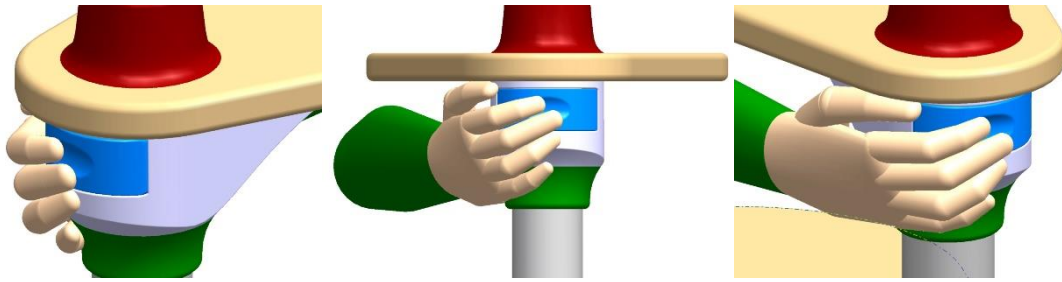
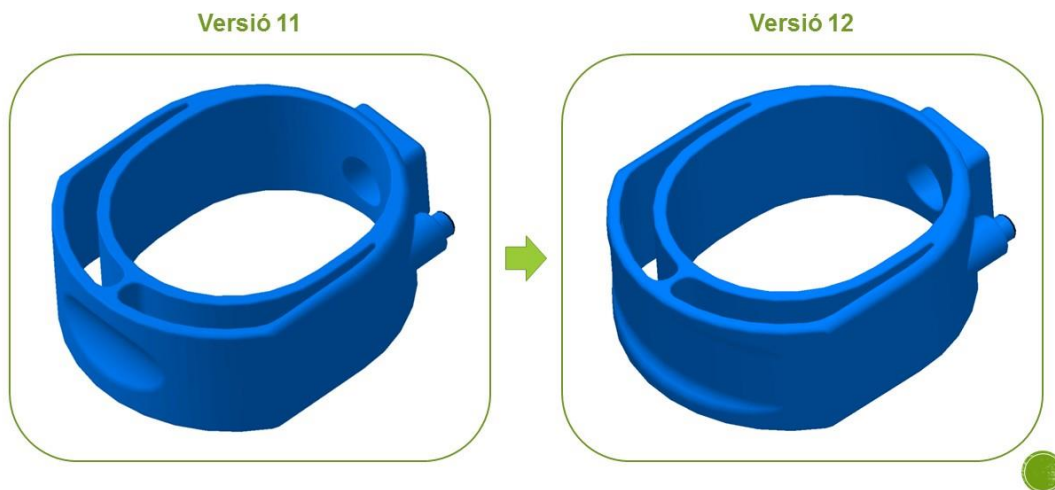


Figura 29. Interacció Dona P5 amb el polsador

És per això que es decideix fer un redisseny del polsador per a que la cara exterior tingui una forma ergonòmica tant per un com per dos dits.

POLSADOR



En comptes d'extreure del cos principal un cilindre de diàmetre 25 mm, s'ha extret un cos de revolució creat a partir d'un sketch quadrat de mesures 23 x 23 mm amb les bores arrodonides, tenint com a eix de revolució l'eix central de tot el conjunt. Així s'aconsegueix una superfície de referència per al dit molt més ampla, tant d'alçada per poder ubicar millor dos dits, com d'ample, aconseguint una superfície no només per la punta dels dits sinó per tota la meitat del dit que té contacte amb el polsador.

Segona situació: Longitud baldes.

Per aquesta segona situació només es prova amb el maniquí referent a la dona P5, ja que es l'extrem que determinaria el límit màxim de la dimensió de la balda. Si una dona P5, la més petita de la anàlisi, no toca amb la balda quan estira el braç per arribar al polsador, cap dels altres tres maniquins, tots més grans, tampoc ho faran.

En un primer moment es considera com a situació crítica una postura amb el braç en posició horitzontal completament estirat, on els dits arriben a poder pressionar el polsador. En aquesta posició es pot observar com les baldes queden força a prop del maniquí, però cap d'elles arriba a tocar. A priori sembla que la dimensió de la balda és correcta.

De totes maneres, també s'ha contemplat la possibilitat de que el braç no estigui horitzontal, sinó amb un cert angle per poder arribar a les baldes més altes (es descarten les baldes inferiors perquè es considera que l'usuari s'ajupirà per evitar mal d'esquena). En aquesta situació, però, entren ja moltes variables, com l'alçada de les baldes o la posició on es col·li tota l'estructura. De manera experimental, es determina que una postura còmode per accionar el polsador per la part frontal del conjunt no implicaria un angle del braç superior als 20 o 35°. Si això passés, seria més fàcil accionar el polsador per un lateral del conjunt o, si això no fos possible, l'usuari podria modificar l'alçada de les baldes o col·locar tota l'estructura més baixa per poder arribar amb més comoditat.

En aquest cas concret, amb l'actual alçada de les baldes i amb l'ancoratge inferior quasi als peus del maniquí, el maniquí ha de col·locar el braç en un angle d'uns 20° per arribar a la balda més alta. Les baldes en aquest cas queden molt a prop del cos del maniquí, però tampoc l'arriben a tocar. Considerant aquest cas prou extrem com per considerar-lo com a tal i observant que no hi ha contacte de les baldes amb el cos del maniquí, es considera vàlida la longitud de les baldes actuals ja que, tot i no tocar, tampoc podria augmentar més.

Tercera situació: Alçada de les baldes.

Tot i la voluntat d'evitar la possibilitat de cops a parts sensibles del cos per culpa de la posició de les baldes, és complicat assegurar-ho degut a la gran quantitat de variables que influeixen en aquest possible contacte, com són la posició de l'estructura en general i l'alçada i posició de les baldes en particular, a part de la gran diversitat d'alçades i dimensions que pot adoptar els diferents usuaris.

La millor opció en aquest cas és oferir el major número d'eines a cada usuari perquè aquest adapti l'alçada de les baldes del seu producte a les seves necessitats personals. És per això que pren més importància, si cap, la necessitat d'oferir diferents longituds d'eix per modificar l'alçada de les baldes. Amb les tres mesures contemplades fins ara, 20, 30 i 40 cm, les possibilitats d'alçades de les baldes és prou àmplia, sobretot per les baldes superiors:

- L'alçada de la primera balda vindria definida per la posició que adoptés l'ancoratge inferior.
- L'alçada de la segona, prenent sempre com a referència la balda inferior, podria ser de:
 - o 20 cm
 - o 30 cm
 - o 40 cm.
- L'alçada de la tercera podria ser de:
 - o 40 cm (20 + 20)
 - o 50 cm (20 + 30)
 - o 60 cm (30 + 30 o 20 + 40)
 - o 70 cm (30 + 40)
 - o 80 cm (40 + 40)
- L'alçada de la quarta ja podria ser de:
 - o 60 cm (20 + 20 + 20)
 - o 70 cm (20 + 20 + 30)
 - o 80 cm (20 + 30 + 30)
 - o 90 cm (30 + 30 + 30 o 20 + 30 + 40)
 - o 100 cm (30 + 30 + 40)
 - o 110 cm (30 + 40 + 40)
 - o 120 cm (40 + 40 + 40)
- Una cinquena balda ja tindria fins a 9 possibles alçades respecte al a balda inferior.

Amb aquestes dades es considera que l'usuari té suficients possibilitats de modificar l'alçada de les baldes per evitar cops, així com també poder allotjar qualsevol tipus d'objecte coherent amb un prestatge d'aquestes característiques.

5.2. DESCRIPCIÓ MORFOLÒGICA DEL PRODUCTE

Un cop analitzada l'antropometria del producte i fets els corresponents canvis que s'han considerat oportuns, es dona per finalitzada la definició de la forma general del producte, a la espera de definir les mesures que intervenen directament en la resistència, com poden ser gruixos de peça o geometries de suport. Aquestes formes seran les utilitzades a la anàlisi resistiva per acabar de definir aquestes dimensions. Abans però, s'ha considerat oportú fer un breu resum per explicar el perquè d'aquestes formes, després d'haver explicat a punts anteriors el com s'ha arribat.

El disseny estètic d'aquest producte es va rebre la influència de diversos components mecànics a l'hora de tirar les primeres línies als primers esbossos. Aquests components, que es poden trobar a qualsevol automòbil, són l'arbre de lleves i el cigonyal. Són peces que parteixen d'un eix més o menys central del qual sorgeixen altres blocs en forma de disc. Aquest blocs, com poden ser els contrapesos del cigonyal o les lleves de l'arbre de lleves van inspirar la forma de la balda, que es va modificar per aprofitar al màxim la forma per fer-la servir com a base per suportar objectes.

A partir de la balda es va dissenyar el suport de la mateixa, amb la intenció de millorar la rigidesa i la resistència. Les formes finals van estar molt influenciades per la forma o l'espai que necessitaven altres peces, així que aquesta peça, a diferència que la balda, no només havia de ser una peça amb una estètica cuidada sinó també garantir una sèrie de funcionalitats. Això la va convertir en la peça més complicada de dissenyar. A més a més es va optar, després de passar per un parell de dissenys diferents, per una forma complexa, inspirada en la gràfica del logaritme, per connectar la part superior plana que interactua amb la balda amb la forma creada a partir de dos cilindres no concèntrics, ja que s'aconseguia una peça molt neta, sense formes agressives i de tacte agradable.

A partir d'aquestes dos peces es van dissenyar la resta, totes elles ja més funcionals que estètiques. La següent peça, que interactua directament amb el suport, és el polsador. Les línies mestres del polsador, igual que el suport, parteix de dos cilindres no concèntrics per aconseguir aquest moviment lineal alliberant una de les cares de l'eix mentre l'altre s'adapta a aquest. A partir d'aquestes primeres línies es va desenvolupar la resta de la peça, afegint les torretes per col·locar les molles que permetrien el retorn del polsador a la seva posició inicial, buidant l'espai per introduir el fixador però afegint el bloc posterior per augmentar la resistència, creant l'espai arrodonit per millorar l'ergonomia i buidant la peça interiorment per obtenir la millor relació entre resistència, cost de fabricació i quantitat de material.

Una quarta peça va ser dissenyada amb la intenció de millorar la resistència a flexió del conjunt. Per al centrador s'agafa prestada la forma logarítmica del suport i es plasma a la seva cara exterior, la més visible, i es treballa en una sèrie de geometries que finalment no només ofereixen la resistència que es buscava sinó que a més proporcionen i asseguren el sistema de muntatge del conjunt.

Quan totes aquestes van estar ja fetes, es va fer un repàs a totes elles per millorar la fabricabilitat i millorar les geometries per fer més robust la fiabilitat del producte. En aquest procés va sorgir la tapa inferior del suport, que aconseguia evitar zones d'acumulació de material que podria provocar defectes a la injecció del plàstic. Al dividir el suport en dues peces, s'aconsegueix la mateixa forma estètica exterior però amb buidats interiors i nerviats que eviten aquest problema.

Per últim, quan totes les peces que del subconjunt de la balda van estar enllestides es va treballar en millorar la subjecció de tota l'estructura. El resultat final ha sigut una peça circular, amb una forma exterior molt estètica, també inspirada en la gràfica logarítmica que dona forma al suport i al centrador, i amb un interior molt funcional, ja que facilita el muntatge amb l'estructura gràcies a la seva geometria.

Com a resultat de la conjunció de totes aquestes peces s'obté el producte final, un producte que aconsegueix una morfologia similar a les de les peces mecàniques que han servit d'inspiració al seu disseny però oferint una funció pràctica.

Les dimensions del conjunt, prenent com a referència una visió perpendicular al a paret on es collaria, serien de 250 mm d'ample per 520 mm de profunditat quan la balda estigués col·locada de manera totalment perpendicular a la paret. En el cas de tenir totes les baldes paral·leles a la paret, l'ample del conjunt seria de 380 mm tenint totes les baldes cap al mateix costat o de 660 mm amb baldes a ambdós costats, amb una profunditat en els dos casos de 270 mm. L'alçada del conjunt podria variar de 450 mm en la combinació més petita amb una sola balda fins als 1685 mm utilitzant els eixos separadors més grans, de 40 mm cadascun en un muntatge de 5 baldes.

Com a resum, i per tenir una idea de les dimensions aproximades, L x A x P correspondria a:

$$\underline{450 - 1685 \text{ mm}} \times \underline{250 - 660 \text{ mm}} \times \underline{270 - 520 \text{ mm}}$$

5.2.1. COLOR&TRIM

Les decisió sobre els colors i acabats de totes les peces s'ha decidit a partir de la informació rebuda pels enquestats a l'inici del projecte. Entre els que no pagarien més per tenir una personalització i entre els que només els hi agradaria tenir opció a escollir el tipus de fusta de la balda sumen quasi el 63% dels enquestats. En un inici es va plantejar oferir una sèrie de colors i diferents acabats, però s'ha vist que això afectaria molt al preu final del producte pel poc valor afegit que reportaria a l'usuari.

Material i pintura

Degut a això s'ha optat per oferir, almenys al principi d'una suposada comercialització del producte, només la possibilitat d'escollir el tipus de fusta de la balda, ja que és un material que presenta moltes diferències de tonalitat entre un tipus i un altre i si es necessari que l'usuari tingui la possibilitat d'adquirir un prestatge de la mateixa fusta dels seus altres mobles. En el cas de tenir un espai de color, l'usuari sempre tindrà la possibilitat de pintar la balda amb pintura per fusta, per tant encarir el cost del producte per oferir aquesta personalització de color, almenys a l'inici, no s'ha considerat oportú.

En el cas de les peces metàl·liques aquesta diferència estètica entre materials no es tan acusada, fins i tot es poden confondre. A més a més, una peça metàl·lica té molta més capacitat de combinació amb l'entorn, degut a la seva tonalitat grisosa. En aquest cas, no seria necessari ni oferir una personalització de color ni d'acabat, sempre i quant l'acabat no sigui, per exemple, un anoditzat decoratiu o un cromat, acabats molt més llampants.

Acabats superficials

Pel que fa a l'acabat, el de les peces plàstiques s'ha determinat com a polit per oferir un bon tacte quan l'usuari interaccioni amb el producte i donar una sensació de qualitat. Com es pot observar als plànols, aquestes peces tenen un acabat N8 sense arrencament de ferritja, és a dir, amb un angle de desemmotllament determinat les peces ja surten després d'injectar-se amb aquest acabat, sense necessitat de retreballat posterior.

En canvi, les peces metàl·liques visibles d'acer inoxidable s'ha optat per indicar la realització d'un sorrejat final per obtenir un color mat, que correspondria a un acabat N9. Aquest acabat proporciona un aspecte més neutre que un acabat polit, on les peces tindrien brillantor i costaria més integrar-les en segons quins entorns. L'acabat mat, en canvi, és molt més polivalent en aquest sentit.

Hi ha una peça metàl·lica però que té el seu propi acabat, ja que no es una peça visible a simple vista. El fixador, que a més es d'acer F-1110, se li ha indicat un acabat bast N10 excepte a la cara posterior, que si queda a la vista si es desmunta el polsador i que s'ha indicat un acabat polit N8; i a la cara cilíndrica, que té interacció amb el polsador, s'ha indicat un acabat superficial normalitzat DIN82 RGE 1,0, que correspon a un gravat que proporcionarà la rugositat necessària perquè al injectar el plàstic del polsador del dues peces quedin unides.

Per últim, la balda se li ha assignat un acabat N9 excepte a la cara inferior, que al no ser vista pot tenir un acabat més bast, N10.

6. PROPOSTA TÉCNICA

Amb les formes externes definides, a la següent proposta es desglossen cadascuna de les parts del producte per poder ser analitzades individualment i poder definir també la geometria interna de les peces, sobretot aquelles que han de suportar més esforç.

6.1. DESGLOSAMENT PARTS

Per tal de d'ajudar a plantejar la anàlisi resistiva que es vol fer per justificar les últimes dimensions no definitives que queden, s'ha volgut classificar i definir les peces del conjunt.

Després d'haver exposat el procés de disseny de cadascuna d'elles i d'explicar el perquè de la solució adoptada, en aquest punt s'identifica la funció o funcions que realitza cadascuna de les peces, les seves dimensions, quina és la seva ubicació al conjunt, de quina manera afecta a la resistència global i de quins materials s'utilitzen.

Amb aquesta informació es podrà realitzar una anàlisi preliminar que defineixi els paràmetres i variables a utilitzar a la anàlisi CAE.

El conjunt, tot i que pot tenir diferents muntatges degut a la seva naturalesa modular, es considera format per 16 peces diferents. A partir de la seva funció, ubicació o interacció amb altres peces, totes elles es podrien agrupar en grups o subconjunts que formarien parts del producte.

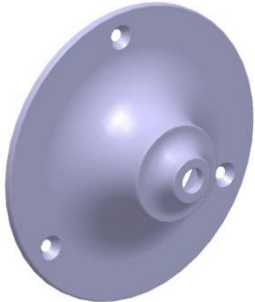
Els grups que s'han considerat són:


- Per una banda, tots aquells elements que intervenen de manera directa a l'ancoratge del producte a la seva bancada, ja sigui una paret, el terra, el sostre o qualsevol altre element fixe com a elements de fixació.
- Per altre banda, els elements que formen l'estructura del producte, que s'han anomenat elements estructurals.
- A més, també s'han considerat totes aquelles peces que formen part del subconjunt del que forma part la balda, és a dir, tots aquells elements que intervenen en oferir un suport per als objectes que vagin col·locats al producte. Aquestes peces s'han agrupat en elements de subjecció.
- I per últim, un altre grup format per totes les peces normalitzades.


Un cop organitzades les peces per elements comuns, es classifiquen els diferents materials utilitzats a cadascuna de les peces, així com els seus acabats i les diferents normatives que s'han tingut en compte en el procés de disseny.

6.1.1. ELEMENTS DE FIXACIÓ

Es consideren com a elements de fixació tots aquells elements que contribueixen a l'ancoratge del producte. En formen part la peça ancoratge, l'aranya (format per la corona i la base) i el colze. Aquesta última és el nexa d'unió entre els elements de fixació i els elements de subjecció, tot i fer una funció estructural.


Nom:	Ancoratge	
Breu descripció i funció:	Peça que té contacte amb els cargols de subjecció i el colze. Suporta tot el conjunt a cisallament.	
Dimensions:	Ø150 x 50 mm	
Material:	Acer Inoxidable AISI304	

Nom:	Aranya	
Breu descripció i funció:	Peça formada per dos corones metàl·liques soldades a una base cilíndrica que es fixa mitjançant fregament dintre del colze i proporciona la rosca per unir el colze amb l'ancoratge.	
Dimensions:	Ø150 x 27 mm	
Material:	Acer F-1110	

Nom:	Colze	
Breu descripció i funció:	Peça tubular doblegada a 90° que fa de nexa d'unió entre l'ancoratge i el suport de la balda. Té una funció estructural, tot i que va molt lligada a la peça ancoratge i també suporta tot el pes del conjunt, ja sigui a tracció o a compressió.	
Dimensions:	165 x 125 x Ø50 mm	
Material:	Acer inoxidable AISI304	


6.1.2. ELEMENTS ESTRUCTURALS

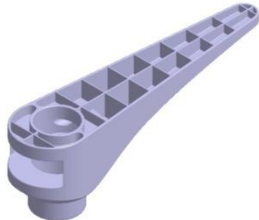
Els elements estructurals són tots aquells que formen l'estructura del conjunt. De forma exclusiva, en aquest grup es troba la peça eix en totes les seves variants de longitud: 195, 295 i 395 mm. També es podrien considerar elements estructurals el colze i el suport de balda, però degut a les seves funcions principals i la gran relació que poden tenir amb altres peces d'altres grups s'ha considerat no incloure'ls en aquest grup.


Nom:	Eix	
Breu descripció i funció:	Peça tubular que connecta el centrador de la balda de sota amb el suport de la balda immediatament superior. Determina, segons la seva longitud, la distància entre les baldes que connecta. Suporta el pes de totes les peces col·locades per sobre.	
Dimensions:	165 x 125 x Ø50 mm	
Material:	Acer inoxidable AISI304	

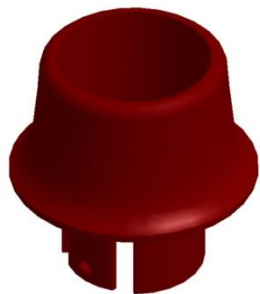
6.1.3. ELEMENTS DE SUBJECCIÓ


El sistema de rotació i fixació de les baldes és possible gràcies a la conjunció de diferents peces. És per això que es consideren elements de subjecció d'objectes, juntament amb la balda, el suport de la mateixa així com la seva tapa, la peça centrador i el polsador, juntament amb el fixador.


Nom:	Balda	
Breu descripció i funció:	Peça en forma de lleva que proporciona la zona per col·locar objectes. Suporta el pes de l'objecte que es col·loqui a compressió, a flexió només si està molt a la punta.	
Dimensions:	450 x 130 mm	
Material:	Fusta	

Nom:	Suport	
Breu descripció i funció:	Peça que es col·loca sobre l'eix que està formada per una part cilíndrica i un voladís. Allotja les peces del sistema de rotació i fixació i proporciona resistència a flexió a la balda, que es col·loca a sobre.	
Dimensions:	315 x 80 x 98 mm	
Material:	PA6 + 30% FV	

Nom:	Tapa	
Breu descripció i funció:	Peça cilíndrica que forma part del suport. Aconsegueix evitar en aquest acumulacions de material i millorar la qualitat de la peça amb gruixos constants a la part inferior.	
Dimensions:	Ø75 x 51 mm	
Material:	PA6 + 30% FV	


Nom:	Centrador	
Breu descripció i funció:	Peça cilíndrica que fixa totes les peces del subconjunt balda clipant amb l'eix inferior al col·locar-se sobre la balda. També proporciona rigidesa a flexió. Fa de base per l'eix de la balda superior.	
Dimensions:	Ø80 x 77 mm	
Material:	PA6 + 30% FV	


Nom:	Polsador	
Breu descripció i funció:	Peça creada a partir de dos cilindres no concèntrics col·locada a l'interior del suport que, al ser pulsada per l'usuari, deixa lliure l'eix inferior i permet el moviment del subconjunt.	
Dimensions:	87 x 70 x 30 mm	
Material:	PA6 + 30% FV	

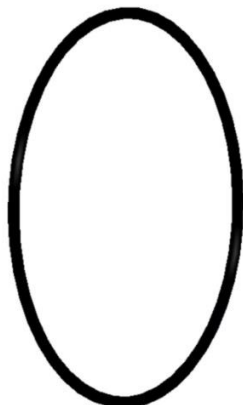
Nom:	Fixador	
Breu descripció i funció:	Peça cilíndrica feta per estampació que forma part del motlle d'injecció del polsador per formar una sola peça multi material. Proporciona una interacció amb l'eix i el suport més fiable que si ho fes una geometria de plàstic del polsador.	
Dimensions:	Ø18 x 40 mm	
Material:	Acer F-1110	

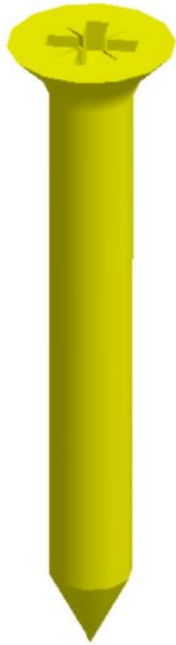
6.1.4. ELEMENTS NORMALITZATS


Per últim, s'agrupen totes aquells elements normalitzats.

Nom:	Cargol Estructura (DIN 912)	
Breu descripció i funció:	Cargol normalitzat que forma part de l'estructura interna encarregat d'unir el colze a través de l'aranya amb la peca ancoratge.	
Dimensions:	M10 x 1,5 x 30 mm	
Material:	Acer 8.8	

Nom:	Femella Estructura (DIN 433)	
Breu descripció i funció:	Femella normalitzada que treballa en conjunt amb el cargol estructura per unir el colze i l'ancoratge.	
Dimensions:	M10	
Material:	Acer 8.8	

Nom:	Junta Tòrica (DIN 3771)	
Breu descripció i funció:	Anell de goma normalitzar encarregat d'evitar que es faci malbé la paret al fixar l'ancoratge. La seva dimensió exterior, una mica més gran que la part interior de l'ancoratge on va col·locat, permet ajustar la junta sense necessitat de fixar-la.	
Dimensions:	139,5 x 4,5 mm	
Material:	NBR	

Nom:	Cargol Paret (DIN 7505-A)	
Breu descripció i funció:	Cargol normalitzat de cap avellanat que fixa l'ancoratge a la paret.	
Dimensions:	ST6,3 x 50 mm	
Material:	Acer Inoxidable A2	

Nom:	Molla Polsador (DIN 2095)	
Breu descripció i funció:	Molla de compressió encarregada de retornar el polsador a la seva posició inicial un cop l'usuari deixi d'actuar sobre ell i introduir el fixador als forats de l'eix o del colze per limitar la rotació de la balda.	
Dimensions:	Segons fabricant	
Material:	EN 10270-1	

6.1.5. MATERIALS

Fusta

La fusta és un material ortòtrop, un tipus comú d'anisotropia que implica que el comportament elàstic del material queda caracteritzat per una sèrie de constants elàstiques associades a tres direccions mútuament perpendiculars, en aquest cas al llarg de la fibra, tangencialment als anells de creixement y perpendicularment als anells de creixement.

La fusta també té un comportament higroscòpic, podent absorbir humitat tant de l'ambient com en cas d'immersió en aigua, si be de forma y quantitats diferents. La polaritat de la fusta la fa afí a altres productes polars com aigua, vernissos i pegament amb base aigua, per exemple.

La densitat de la fusta varia notablement entre espècies. Un cop seques, hi ha espècies que gairebé no arriben als 300 kg/m³ i d'altres poden arribar als 1200 kg/m³. De totes maneres, la densitat habitual de la majoria de espècies es troba entre els 500 i els 800 kg/m³.

La manufactura de la fusta sol ser per fabricar aglomerats o conglomerats, contraxapats i taulell de fibres.

- Els aglomerats o conglomerats es formen a partir de petits encenalls o serradures, encolades a pressió en una proporció de 85% encenalls i 15% cola principalment. Els aglomerats son materials estables i de consistència uniforme, tenen superfícies totalment llises i resulten aptes com a bases per xapats. La majoria dels taulells aglomerats són relativament fràgils i presenten menor resistència a la tracció que els contraxapats degut a que aquests tenen capes sobreposades perpendicularment de xapa que ofereixen millors propietats. Aquests taulells es veuen afectats per l'excés d'humitat, que no es recupera amb un assecat. No es apte per exteriors ni per llocs en condicions humides.
- Un taulell o làmina de fusta massissa és relativament inestable y experimentarà moviments a contracció i dilatació, de major grau en el sentit de les fibres, per aquesta raó és possible que pateixi distorsions. Per contrarestar aquests efectes, els contraxapats es construeixen enganxant les capes amb les fibres transversalment una sobre l'altre, intercalant-les. La majoria de contraxapats estan formats per un número imparell de capes per formar una construcció equilibrada. Al manipular el contorn de les làmines que s'han de premsar, es poden obtenir configuracions molt variades i aspectes molt atractius. Quasi totes les làmines poden ser tenyides abans d'unir-les, de manera que s'obtinguin aspectes o colors molt llampants.
- Els taulells de fibres es construeixen a partir de fustes que han sigut reduïdes a elements fibrosos bàsics y posteriorment reconstruïdes per formar un material estable y homogeni. Es fabriquen de diferents densitat en funció de la pressió aplicada i l'aglutinant empleat a la seva fabricació. Segons la seva densitat, és poden classificar en tres tipus. El de densitat mitja estan caracteritzats per tenir ambdues cares llises i que es fabriquen mitjançant un procés en sec. Les fibres s'encolen gracies a un adhesiu de resina sintètica. Aquests taulells poden treballar-se com si de fusta massissa es tractés. Constitueixen una base excel·lent per a xapes i reben bé les pintures. Es fabriquen en grossors d'entre 3 i 32 mm.

PA6 + 30%FV

Una poliamida és un tipus de polímer que conté enllaços de tipus amida. Les poliamides es poden trobar a la naturalesa, com la llana o la seda, i també ser sintètiques, com el Nylon o el Kevlar. Les poliamides com el Nylon es van començar a utilitzar com a fibres sintètiques, tot i que han acabat per utilitzar-se a la fabricació de qualsevol material plàstic.

Les poliamides són polímer semicristal·lins. Es distingeixen dos tipus: Poliamides estructurades a partir d'un sol material (PA 6) i poliamides estructurades a partir de dos materials de partida (PA 66). Les poliamides tenen bones propietats mecàniques, una tenacitat molt elevada i unes excel·lents característiques de lliscament i resistència al desgast. Les seves propietats poden variar des de la dura i tenaç PA66 fins a la tova i flexible PA12. En funció del tipus de material, les poliamides absorbeixen diferents quantitats de humitat, per tant es veuen influenciades les característiques mecàniques i la precisió dimensional.

Com a mètodes de fabricació de productes semielaborats es pot distingir entre extrusió i colada. Mitjançant el procés de colada és possible fabricar productes semielaborats de poliamida de majors dimensions i d'un grau de cristal·lització superior, que implica una major resistència mecànica, les quals tenen menys tensions internes. Pel contrari, el mètode d'extrusió permet fabricar amb costos més baixos.

Per millorar les propietats de la poliamida, s'afegeix un tant per cent en pes de fibra de vidre, normalment en proporcions de 15, 30 i 50%. La addició de fibra de vidre implica un increment important de la resistència, de la rigidesa, de la temperatura de distorsió per calor, de la resistència a la abrasió així com a l'estabilitat dimensional a pesar de que les seves propietats puguin ser anisotròpiques. Per contra, l'allargament a la ruptura es redueix substancialment, a més de poder provocar, si la proporció de fibra de vidre és molt alta, una degradació major de l'utilitat amb el qual es fabriqui.

F-1110

La nomenclatura espanyola F-1110 correspon a un acer de baix contingut en carboni. És un tipus d'acer que admet molt bé la soldadura, l'embotició o el plegat. Es pot utilitzar com acer de cementació, per elements de màquina poc carregats que necessiten molta tenacitat i per peces de baixa resistència que s'hagin d'obtenir a partir de deformació en fred. És soldable en qualsevol espessor.

AISI 304

AISI 304 és una nomenclatura americana per referir-se a una aliatge de Ferro, Crom (18%) i Níquel (10%). Els acers inoxidable són aliatges de ferro amb un mínim de un 10,5% de Crom. L'aliatge 304 és, per tant, un acer inoxidable austenític d'ús general amb una estructura cúbica centrada en les cares. És essencialment no magnètic en estat de recuit i només pot endurir-se en fred. El seu baix contingut en carboni respecte a l'aliatge 302 li permet tenir millor resistència a la corrosió en estructures soldades, però no tanta com l'aliatge 316, que incorpora molibdè i s'utilitza en aplicacions submarines.

Acer 8.8

La nomenclatura 8.8 és una classificació especificada per la norma EN ISO 898-1 que estableix, mitjançant aquesta nomenclatura, diferents qualitats de cargols d'acer. A la norma si poden trobar les classificacions 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 10.9 i 12.9. El primer número correspon a la resistència del cargol a la fractura en MPA dividit per 100. El segon, indica quin tant per 10 del límit de fractura que correspon al límit elàstic.

Per exemple, un DIN Classe 5.8 correspon a un acer de baix contingut de carboni mentre que un DIN Classe 10.9 correspon a un acer amb un contingut mig de carboni, aliat i tractat tèrmicament. En aquest cas, la classe 8.8 correspon a un acer de contingut mig en carboni tractat tèrmicament amb un límit elàstic de 640 MPa.

NBR

NBR és un acrònim de *Nitrile Butadiene Rubber*, és a dir, goma nitrílica de butadiè. La goma de nitril, també anomenada Buna-N, Perbunan o NBR, és un copolímer de goma sintètica format per acrilonitril (ACN) i butadiè. Aquest elastòmer sol ser resistent a olis, combustibles i altres substàncies químiques. S'utilitza en sectors com l'aeronàutic i en automoció per la fabricació de mànegues d'oli i de combustible, així com també per juntes. També s'utilitza per productes mollejats, calçat, adhesius, segellant, esponges, espumes expandides i altres capes de revestiment.

INOX A2

L'acer inoxidable A2 i A4 són denominacions que amb freqüència s'apliquen en aliatges d'acer inoxidable: A2 per l'aliatge AISI 304 i A4 per l'aliatge AISI 316. No obstant, no són realment identificadors de material segons una norma de materials sinó una classificació de qualitat del producte segons la norma ISO 3506-4, que s'aplica a volanderes i cargols d'acer inoxidable.

6.1.6. ACABATS

Sorrejament

El sorrejament o sorrejat és una tècnica industrial de neteja de la superfície de peces basada en la projecció d'un material abrasiu a través d'una tovera mitjançant aire comprimir. La sorra era l'abrasiu tradicional i va original la denominació. Les peces a netejar són sovint metàl·liques però el sorrejament és emprat en altres materials. Una aplicació habitual és la neteja de façanes d'edificis. A més de la neteja, el sorrejament pot usar-se per afinar superfícies rugoses, fer més rugoses les superfícies fines, eliminar capes de pintura velles i altres.

L'acció abrasiva del sorrejament provoca els efectes següents:

- Decapatge: Eliminació de les capes de pintura i d'eventuals àrees rovellades.
- Rugositat:
 - o Si la peça és molt rugosa, el sorrejament permet d'afinar-la superficialment.
 - o Si la peça és massa fina, el sorrejament permet augmentar la rugositat. En peces que s'han de pintar posteriorment, una certa rugositat és beneficiosa en facilitar l'ancoratge de la pintura.
- Aspecte: Les peces sorrejades tenen un aspecte matisat. Les peces prèviament polides perden l'aspecte brillant un cop sorrejades.
- Possibilitat de gravar motius sobre peces polides. Amb una plantilla o pantalla el sorrejament permet gravar xifres, text o siluetes en vidres o plaques de marbre o similars.
- Possibilitat d'obtenció d'un aspecte setinat, mitjançant un abrasiu de petites partícules esfèriques. Aquest sistema es utilitza en soldadures de peces d'alumini.
- Possibilitat d'obtenció de tensions superficials en peces metàl·liques. Amb una alta pressió de l'aire i una gran velocitat de les partícules, la superfície sorrejada experimenta deformacions en fred amb el resultat de tensions de compressió residuals en la superfície de les peces. Aquest procés es denomina granallatge o perdigonatge.
- A poca potència i abrasius de poca duresa és possible netejar peces sense eliminar un poliment previ.

DIN82 RGE 1,0

Amb la intenció de que certes peces cilíndriques no rellisquin entre els dits quan hagin de ser manipulades, es llauren sobre la seva superfície exterior unes estries que impedeixin el lliscament. Aquest mecanitzat, denominat moletejat, es realitza sense arrencament de ferritja amb l'ajuda d'uns rodets anomenats moletes. Aquestes es fabriquen en acer templet de gran duresa i porten tallades a la seva superfície exterior les estries que gravaran al rodar a gran pressió sobre la superfície que s'ha de moletejar.

La norma DIN82 especifica les diferents formes i dimensions que poden presentar els moletejats. Aquestes formes es refereixen a la disposició del relleu i la direcció de les estries. Les diferents formes normalitzades són: simple, paral·lel, simple inclinat, creuat inclinat i creuat ortogonal. Cadascuna d'aquestes formes, amb les seves variants respectives, rep un símbol literal. En el cas del símbol RGE, aquest correspon a un moletejat creuat amb les puntes en relleu. Després d'aquesta indicació s'afegeix el pas del moletejat, que indica la distància entre vèrtex de dos relleus consecutius. Els passos normalitzats són 0.5, 0.6, 0.8, 1, 1.2 i 1.6 mm.

6.1.7. NORMATIVA

Disseny

Per fer el disseny de les peces, especialment les de plàstic, s'ha de tenir en compte la contracció que poden patir aquest material al ser injectat o mollejat. Per fer-ho, s'ha considerat la norma DIN 16901 i la seva revisió, la DIN 16742, que s'apliquen a la definició de possibles toleràncies de fabricació per peces mollejades de plàstic.

Aquestes normes impliquen dimensions límit per certes dimensions de mida, ja siguin toleràncies indirectes (tolerància global de tota la peça) com directes (indicació de desviació en la dimensió de la mida nominal).

Seguretat

En matèria de seguretat, les prestatgeries domèstiques, a diferència de les industrials, no tenen una normativa específica que reguli aspectes de seguretat, ni tan sols el mobiliari. Ara bé, si s'ha de tenir en compte el marc normatiu de seguretat general dels productes.

El reglament de seguretat dels productes té com objectiu garantir la seguretat dels productes de consum que no tenen una reglamentació específica, com per exemple el marcat CE, dirigits especialment a nens, tercera edat i/o productes que potencialment poden ser perillosos.

Actualment s'han elaborat normes tècniques per productes com:

- Aparells esportius, com flotadors o equips de parapent.
- Articles de puericultura, com xumets, bressols i biberons.
- Barbacoes
- Bicicletes
- Encenedors
- Mobles
- Reproductors musicals
- Roba per nens

Els requisits legals que han de complir fabricants i distribuïdors són:

- Garantir la seguretat dels productes que es posen al mercat i garantir que es distribueixen solament productes segurs.
- Contribuir al compliment dels requisits de seguretat aplicables, en els aspectes relatius al emmagatzematge, transport i exposició dels productes (Distribuïdor).
- Indicar al producte o l'envàs dades relatives a la identificació de l'empresa i a la referència del producte (Fabricant).
- Informar als consumidors o usuaris dels riscos que no es puguin percebre de manera immediata (Fabricant).
- Mantenir-se informat dels riscos que pot haver e informar convenientment als distribuïdors dels productes (Fabricant).
- Adoptar les mesures adequades per evitar els riscos dels productes ja al mercat quan hi hagi indicis suficients d'aquests riscos (Fabricant).
- Participar en la vigilància de la seguretat dels productes posats al mercat (Distribuïdor).

- Comunicar a l'administració competent els casos de productes posats al mercat que presentin riscos incompatibles amb la seguretat establerta.
- Col·laborar amb l'administració competent quan aquesta o requereixi.

El importadors, per la seva banda, han de:

- Facilitar els mitjans necessaris que permetin el compliment de les actuacions de control per part de l'administració competent.
- Notificar a l'administració competent les importacions que es realitzin.

Els fabricants de productes també han de tenir en compte altres aspectes com el medi ambient, la limitació d'ús de substàncies químiques, la lliure circulació de mercaderia dintre de la UE i els drets dels consumidors.

6.2. ANÀLISI RESISTIVA (CAE)

Amb totes les peces del conjunt definides, juntament amb els materials a utilitzar a cadascuna d'elles, es pot ja realitzar una anàlisi resistiva. Aquesta anàlisi s'ha volgut fer per comprovar certes geometries crítiques d'alguna de les peces i justificar les seves dimensions, per assegurar que el conjunt és capaç de suportar una càrrega límit teòrica en qualsevol àmbit domèstic.

En un primer moment es va voler fer una anàlisi de conjunt per analitzar el comportament de totes les peces quan el producte està carregat, però finalment s'ha fet un estudi detallat d'aquelles peces que, a partir d'una anàlisi prèvia, s'han determinat com a crítiques, ja sigui per dimensions o per material. Aquesta decisió es va prendre a partir de demanar ajuda a un expert en el programa utilitzat per fer la simulació, en aquest cas CATIA i també a un professor de la universitat, Gerard Collado. Tots dos van comentar que degut a la gran complexitat que té indicar correctament les interaccions entre les peces, sobretot les internes, i el fet d'analitzar el producte en general podria generar uns resultats no prou acurats i cap dels dos podia assegurar una manera d'extreure unes conclusions vàlides d'aquesta manera. Amb aquesta advertència, es va optar per seguir el consell rebut i realitzar una anàlisi de les peces més dèbils o més sol·licitades.

Per realitzar l'anàlisi s'ha pres com a referència la configuració del producte formada per 4 baldes i els dos suports ancorats a paret, configuració que s'ha utilitzat com a estàndard durant tot el projecte.

6.2.1. ANÀLISI PRÈVIA

El primer problema que va sorgir al plantejar l'anàlisi va ser que la fusta és un material anisotròpic, això vol dir que la fusta presenta diferents propietats segons la direcció de treball a la que sigui sotmesa. Això és degut a ser un material que presenta vetes i que segons com estiguin orientades la resistència de la peça pot ser diferent. Per aquest motiu, per determinar la resistència de la balda s'hauria de realitzar una prova experimental per determinar sobre quins valors oscil·la la resistència de la fusta utilitzada i dimensionar-la per fer-la servir com a peça fusible, és a dir, que fos la primera peça que trenqués si el producte es sobrecarrega, ja que és de fàcil substitució i el seu trencament no afecta a altres peces. De totes maneres, s'ha dissenyat el suport de tal manera per a que la balda no treballi pràcticament res a flexió, que seria la situació més desfavorable. Només treballaria així si un objecte s'ubiqués just a l'extrem de la balda i aquesta posició és poc probable.

Un altre aspecte a considerar va ser determinar si el valor del grossor de la peça ancoratge es va definir correctament, ja que amb la intenció de definir el mínim grossor possible, es va assignar un espessor de xapa d'1mm. Aquest valor es va determinar a partir de comprovar l'espessor de les xapes utilitzades a automoció, que solen rondar els 0,6 – 0,8 mm, ja sigui acer o alumini, tot i que sovint treballen juntament amb una peça de reforç amb nervis i obtenen rigidesa a partir de geometries pensades per això. Per tant, el valor d'1mm podia ser vàlid però era necessari fer una comprovació, ja que, a més a més, aquesta peça suporta tot el pes del conjunt.

Una altra peça que suportaria gran part de la càrrega serien els eixos, però aquests s'han definit amb un espessor de 2 mm, molt per sobre de la dimensió òptima en relació amb la càrrega, per tan aquest gruix estaria sobredimensionat per les sol·licitacions a la que estaria sotmesa la peça. Aquest espessor es va determinar així per ser l'espessor mínim comú en diferents proveïdors sense necessitat de comprar-ho sota comanda. El

fet de poder demanar una barra circular d'acer amb un espessor comú permetria organitzar la producció mitjançant el mètode JIT (*Just in time*) que permet reduir costos d'emmagatzematge, de gestió, d'inversió en inventaris i també reduir les pèrdues en magatzem degut a accions innecessàries.

Amb el colze passa el mateix, el seu espessor havia de ser prou gran com per suportar el pes de tot el producte i la seva càrrega.

A part de l'ancoratge, una segona peça crítica podia ser el suport, que com el seu propi nom indica, és l'encarregat de suportar la càrrega que es col·loqui a la balda, més que la pròpia balda en si. Com aquesta peça de plàstic té un gruix molt reduït i molt volum buit, es va determinar que aquesta peça també havia de passar per una comprovació resistiva per comprovar el nervi realitzat.

Per últim, es va pensar que el conjunt polsador fixador podria ser un punt de ruptura en el cas que el producte rebés un cop a una balda o es donés la situació que algú es recolzés en una d'elles. Tot i així, al utilitzar el fixador d'acer i utilitzar el polsador només com a punt de subjecció, les peces que han de suportar la sol·licitació són l'eix i el fixador, una d'acer i l'altra d'acer inoxidable. En aquesta situació, el fixador seria prou robust per suportar l'esforç a cisallament.

La resta de peces, com poden ser la tapa o el centrador no tindrien sol·licitacions gaire elevades.

6.2.2. RESTRICCIONS I CÀRREGUES

Les peces, doncs, a estudiar són el suport i l'ancoratge.

Suport

En el primer cas, el suport està recolzat sobre l'eix, tot i que treballant a flexió també tindria suport de tota la canya pel mateix eix. Així doncs, per fer la simulació del suport es determina com a bancada tant la superfície interior superior on es recolza el suport com la superfície cilíndrica interior del mateix.

La càrrega a aplicar sobre el suport vindria donada per dos objectes: Per una banda, el propi pes de la balda, que al ser de fusta massissa de 3 cm per poder allotjar el suport té un pes considerable; i per altra banda, el pes de l'objecte que es col·loqui a sobre.

Aquest pes s'ha definit a partir d'una aproximació al pes màxim que podria tenir un objecte domèstic que es pogués col·locar a una balda de les dimensions de la del producte. El prestatge té unes dimensions aproximades de 440 mm de llarg per 120 d'ample, però l'espai realment útil de càrrega seria la zona més ampla i allunyada de l'eix del prestatge, que es podria aproximar a una circumferència de 250 mm de diàmetre. En aquest espai, els objectes domèstics més pesats que es podrien col·locar podrien ser altaveus portàtils de gran potència, petites figures decoratives de marbre o ferro o llibres grans i els seus suports.

Després d'una cerca ràpida, es va trobar que els altaveus de gran potència actualment solen ser de 7 o 8 kg, tot i que la majoria sobrepassen el límit de dimensions per col·locar-los al prestatge. Dels pocs que s'han pogut trobar de dimensions més reduïdes, com el model Expedition Express de la marca Samson, el pes baixa fins als 5 kg.

En el cas de llibres, després de mesurar el pes de diccionaris i enciclopèdies es va estimar el pes d'un d'aquest llibres en 1,5 kg. Comprovant les dimensions, es va

determinar que aproximadament hi podrien cabre 3 llibres similars en cada balda. Per tant, el pes en llibres seria d'uns 4,5 kg.

Així doncs, les càrregues aplicades al suport serien:

- Càrrega puntual de 5kg a l'extrem del suport.
- Càrrega repartida de 5 kg a tota la superfície superior del suport.
- Càrrega del propi pes del suport, de 0,316 g.

Amb aquestes dades, i aplicant el PA6 + 30% FV com a material ja es podia realitzar l'anàlisi del suport.

Ancoratge

En el segon cas, l'ancoratge va fixat a la paret mitjançant 3 cargols. La superfície de contacte amb aquest cargols es determina com a bancada. Per l'altre costat, l'ancoratge va unit al colze a través de l'aranya, mitjançant un cargol. Aquest cargol seria el primer punt de contacte amb l'ancoratge, per tant, la càrrega total que hauria de suportar l'ancoratge es posiciona a la superfície de contacte amb aquest cargol.

La càrrega màxima teòrica que haurien de suportar els dos ancoratges, ubicats a la part superior i inferior del producte seria la suma del pes de tots els components del prestatge juntament amb un pes col·locat a cadascun dels prestatges. Aquest pes màxim, igual que amb el suport, es determina que pot rondar els 5 kg a partir d'observar el pes dels objectes domèstics més pesats que podrien cabre a sobre de la balda. Aquesta càrrega màxima teòrica s'hauria de contemplar en cadascun dels prestatges, cinc en el muntatge considerat com a estàndard.

Tenint en compte aquests 20 kg de càrrega, més el pes de cadascun dels components del producte, es determina una sol·licitació conjunta pels dos suports. A l'hora de fer l'anàlisi, es considerarà per un sol suport la meitat d'aquesta sol·licitació total. El material a aplicar en aquesta peça és Acer Inoxidable 304.

La suma del pes de tots els components del producte és:

$$(0,012 * 6) + (0,009 * 2) + (0,002 * 2) + (0,034 * 2) + (0,03 * 4) + (0,061 * 2) + (0,184 * 1) + (0,477 * 2) + (0,695 * 4) + (0,102 * 5) + (0,022 * 5) + (0,052 * 5) + (0,044 * 5) + (0,316 * 5) + (5 * 5) = \mathbf{32,002 \text{ kg.}}$$

Per tant, la càrrega total que han de suportar els dos ancoratges és d'aproximadament 52 kg més el seu propi pes, de 0,184 kg. És a dir, cada ancoratge haurà de suportar 255 N (26 kg) en direcció Z negativa més la força de la gravetat de 9,81 m/s².

6.2.3. RESULTATS I CONCLUSIONS

Per extreure les conclusions de l'anàlisi de les dues peces, s'utilitza la tensió de Von Mises com a paràmetre de referència per determinar si la peça treballa en condicions òptimes o pateix deformació no elàstica que pot implicar una ruptura.

La tensió de Von Mises, o tensió equivalent, ja que té en compte tant tensions normals com tangencials, és una magnitud física proporcional a l'augment d'energia interna acumulada a l'interior d'un sòlid deformable com a resultat del treball realitzat per les forces que provoquen la deformació que representa un bon indicador per al disseny de materials dúctils, com la poliamida del suport o l'acer inoxidable de l'ancoratge.

El criteri de Von Mises, també anomenat criteri de la màxima energia de distorsió, és un criteri de resistència estàtica segons el qual determina que un material no fluïrà al punt analitzat sempre que l'energia de distorsió per unitat de volum al punt no superi l'energia de distorsió per unitat de volum que es dona en el moment de fluència del material.

Per tant, la tensió de Von Mises, calculada a partir de les diferents tensions a les quals esta sotmesa una peça provocades per les diferents sol·licitacions que suporta, és un valor de tensió que no hauria de superar el límit elàstic del material per assegurar que la peça només pateixi deformacions elàstiques i per tant no es deformi permanentment ni trenqui.

Amb aquest criteri, es van analitzar les dues peces crítiques observant en quines zones la tensió de Von Mises era més alta i comparant aquest valor màxim amb el límit elàstic dels materials corresponents a cada peça.

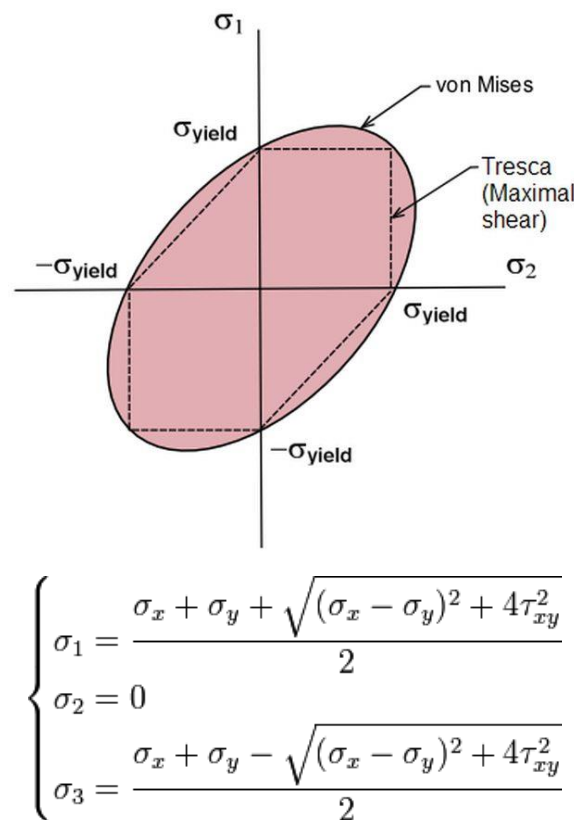


Figura 30. Gràfica representativa del criteri de Von Mises i la fórmula que s'utilitza

Suport

En el cas del suport, el material és PA6 + 30% FV. A l'hora d'aplicar-lo a CATIA, el material més semblant que hi ha a la biblioteca és Nylon, amb les propietats següents:

Mòdul de Young	$4 \cdot 10^9 \text{ N / m}^2$
Ràtio de Poisson	0,4
Densitat	1200 kg / m^3
Expansió Tèrmica	$8 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Límit elàstic	$5,5 \cdot 10^7 \text{ N / m}^2$

Per ajustar aquests paràmetres per treballar amb un material el més semblant possible al PA6 + 30% FV, s'han consultat diverses pàgines web on trobar les propietats mecàniques de la poliamida 6 reforçada amb un 30 de fibra de vidre. S'han trobat diferents variants comercials d'aquest plàstic, degut a que cada empresa pot tenir un PA6 + 30% FV amb un nom propi i amb lleugeres modificacions.

	Mòdul Young [N / m ²]	Densitat [kg / m ³]	Límit elàstic [N / m ²]
Akulon	$6 \cdot 10^9$	$1,35 \cdot 10^3$	$1,10 \cdot 10^8$
Grodnamid (Material Data Base)	$8 \cdot 10^9$	$1,35 \cdot 10^3$	$1,45 \cdot 10^8$
Celstran (Campus Plastic - Ticona)	$9,51 \cdot 10^9$	$1,36 \cdot 10^3$	$1,55 \cdot 10^8$
Grillon (Plasticker)	$5,5 \cdot 10^9$	$1,30 \cdot 10^3$	$1,05 \cdot 10^8$
KERN	$6 \cdot 10^9$	$1,36 \cdot 10^3$	$1,10 \cdot 10^8$
RTP (Heat Stabilixed)	$6 \cdot 10^9$	-	$1,38 \cdot 10^8$
Badamid	$6,2 \cdot 10^9$	-	$1,10 \cdot 10^8$

Analitzant aquestes dades, es pot observar com el PA6 FV30 de Grillon és lleugerament més dèbil que la resta, potser relacionat amb alguna modificació a la seva composició química que potenciï una altra característica a costa de reduir lleugerament les propietats mecàniques. La seva densitat també sembla ser menor que la resta. Per fer l'anàlisi en el pitjor escenari possible, i al no saber quin proveïdor proporcionaria el material, s'ha optat per considerar les xifres de Grillon per realitzar l'anàlisi, ja que a priori sembla el més restrictiu excepte per la densitat, que es considera la més alta.

Per la resta de paràmetres, dels quals no s'ha trobat cap informació, es consideren les proporcionades per CATIA.

Mòdul de Young	$6 \cdot 10^9 \text{ N / m}^2$
Ràtio de Poisson	0,4
Densitat	1360 kg / m^3
Expansió Tèrmica	$8 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Límit elàstic	$1,05 \cdot 10^8 \text{ N / m}^2$

Un cop aplicats els paràmetres del material, les restriccions, les càrregues i la força de la gravetat, es procedeix a calcular el resultat. La dimensió de la malla tetraèdrica utilitzada és definida automàticament per CATIA a partir de les dimensions de la peça. El resultat va ser el següent:

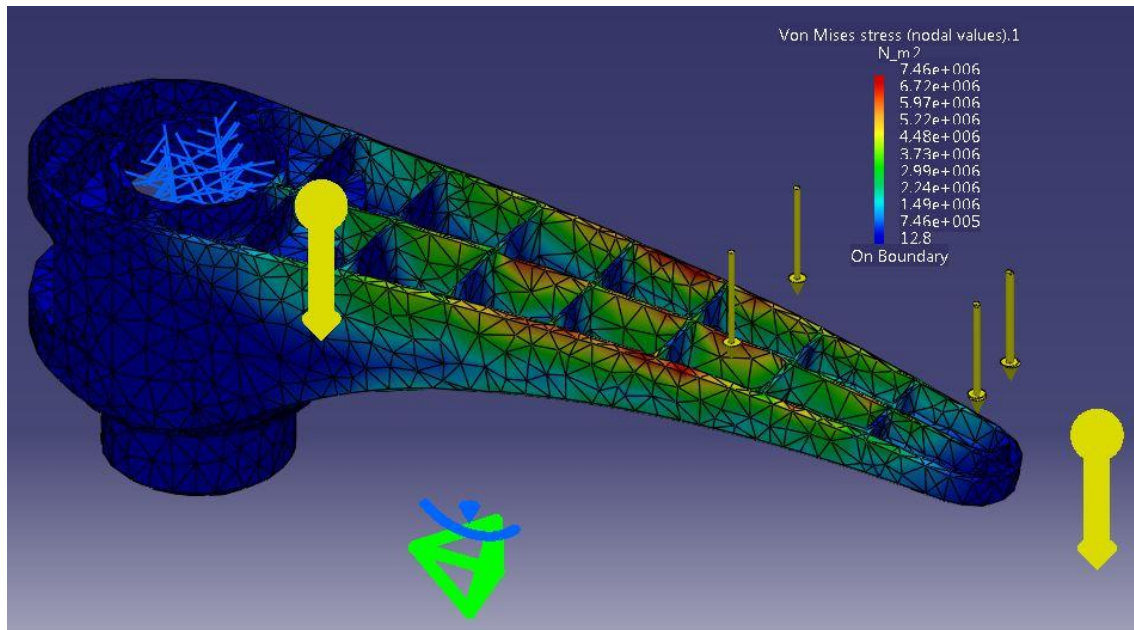


Figura 31. Representació exagerada de la deformació del suport al aplicar les càrregues que suporta

A la imatge es pot observar com el nerviat interior de la peça és el que pateix més esforç, que ja es va dissenyar perquè fos així. La resta de la peça, representada en blau, pateix molt poc esforç.

L'esforç màxim que pateix la peça, representat en vermell, és de $7,46 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. En comparació amb el límit elàstic del material, de $1,05 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$, l'esforç que pateix la peça amb el que podria arribar a suportar és molt baix, de l'ordre de 14 vegades menys.

Amb aquests resultats la peça pot semblar estar molt sobredimensionada. Ara bé, al tractar-se d'un plàstic com la poliamida, s'ha de tenir en compte que amb el pas del temps, agents externs com el canvi de temperatura, l'oxidació, la humitat i els rajos ultraviolats; i el propi ús de la peça, ja sigui per fatiga o per degradació poden provocar una pèrdua en les capacitats resistives del plàstic, reduint les seves propietats fins a un 50%.

Tot i així, i amb la intenció d'ajustar la peça a un coeficient de seguretat de 8 (per tenir una mínima seguretat de que la peça no treballarà mai per sota de un coeficient de 4), es treballa en una reducció del gruix de peça per reduir també pes i cost de material.

Per aconseguir una peça més proporcionada a l'esforç que ha de patir, i al no poder reduir més el número de nervis longitudinals que hi ha ja que només n'hi ha un, es decideix reduir l'espessor de la peça, que en el moment de l'anàlisi era de 1,5 mm els nervis i 2,5 la resta de la peça. Per comprovar quin límit resistiva té la peça a partir de la seva geometria, es decideix reduir al mínim el gruix de les parets fins a un límit que assegurí la fabricabilitat de la peça, ja que gruixos amb poc espessor podrien no sortir bé del motlle. Així doncs, el gruix dels nervis es redueix fins a 1 mm i el de la resta de la peça a 1,5 mm, que representen una reducció d'un 33 i d'un 40% respectivament.

Amb aquest nou espessor de parets, es realitza de nou l'anàlisi per comprovar que la tensió màxima que pateix la peça augmenta de $7,46 \cdot 10^6$ a $1,18 \cdot 10^7$ N/m², però segueix molt per sota dels $1,05 \cdot 10^8$ N/m² del límit elàstic, de l'ordre de 9 vegades més petit, valor que es dona per bo ja que és més del doble que 4, coeficient de seguretat establert com a límit.

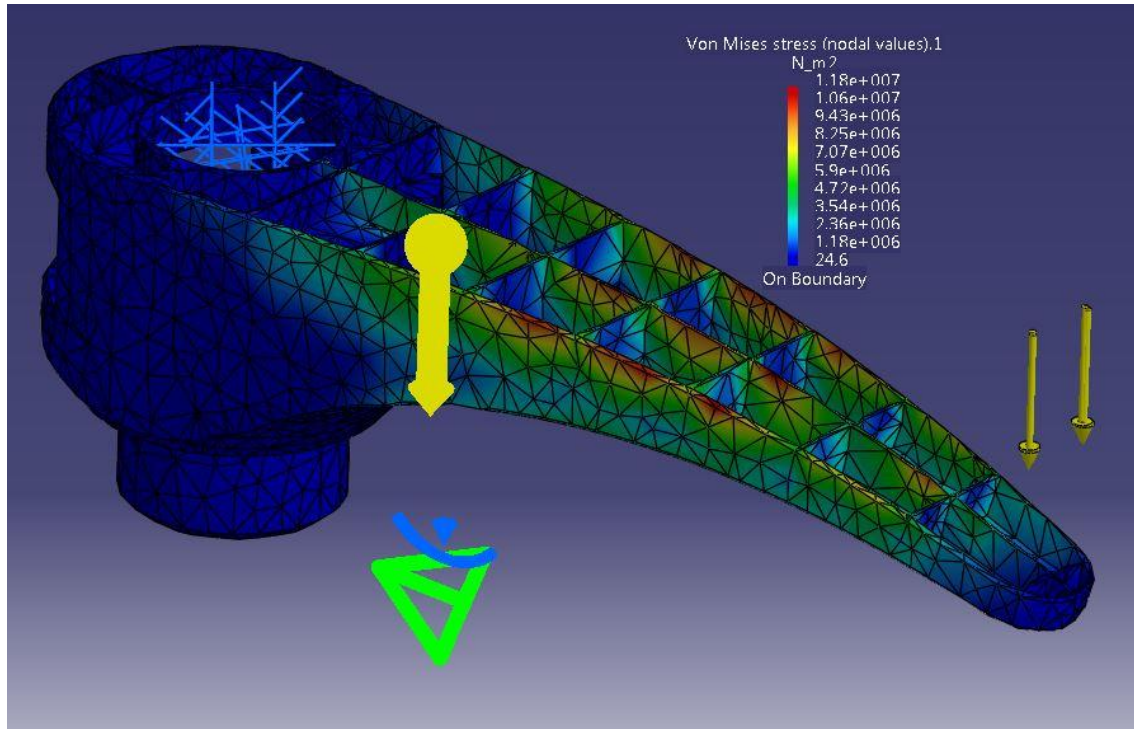


Figura 32. Nova representació de la deformació del suport amb els canvis realitzats

Ancoratge

En el cas de l'ancoratge, el material és l'acer inoxidable AISI 304. CATIA a la seva biblioteca té un material anomenat "Steel" que presenta unes genèriques per aproximar-se a qualsevol acer:

Mòdul de Young	$2 \cdot 10^{11} \text{ N / m}^2$
Ràtio de Poisson	0,266
Densitat	7860 kg / m^3
Expansió Tèrmica	$1,17 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Límit elàstic	$2,5 \cdot 10^8 \text{ N / m}^2$

De la mateixa manera que amb la poliamida, s'han cercat en diferents bases de dades les propietats de l'acer inoxidable AISI 304 en concret per aplicar-les al CAE.

	Mòdul Young [N / m ²]	Poisson	Densitat [kg / m ³]	Coef. Exp. Tèrmico [K ⁻¹]	Límit elàstic [N / m ²]
Good Fellow	$1,9 \cdot 10^{11}$	-	$7,93 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	-
Aceros Sotero	-	-	-	-	$2,05 \cdot 10^8$
Thyssen Krupp	$2 \cdot 10^{11}$	-	$7,9 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^8$
Irestal	$1,93 \cdot 10^{11}$	-	$7,9 \cdot 10^3$	$1,73 \cdot 10^{-5}$	$1,95 \cdot 10^8$
Aperam	$2 \cdot 10^{11}$	0,3	$7,9 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^8$

Excepte el límit elàstic trobat a Aperam, tots els altres valors són molt semblants. Els paràmetres utilitzats finalment han sigut:

Mòdul de Young	$1,9 \cdot 10^{11} \text{ N / m}^2$
Ràtio de Poisson	0,3
Densitat	7930 kg / m^3
Expansió Tèrmica	$1,8 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Límit elàstic	$1,95 \cdot 10^8 \text{ N / m}^2$

Igual que per al suport, un cop aplicats totes les variables es procedeix a calcular el resultat. El resultat va ser:

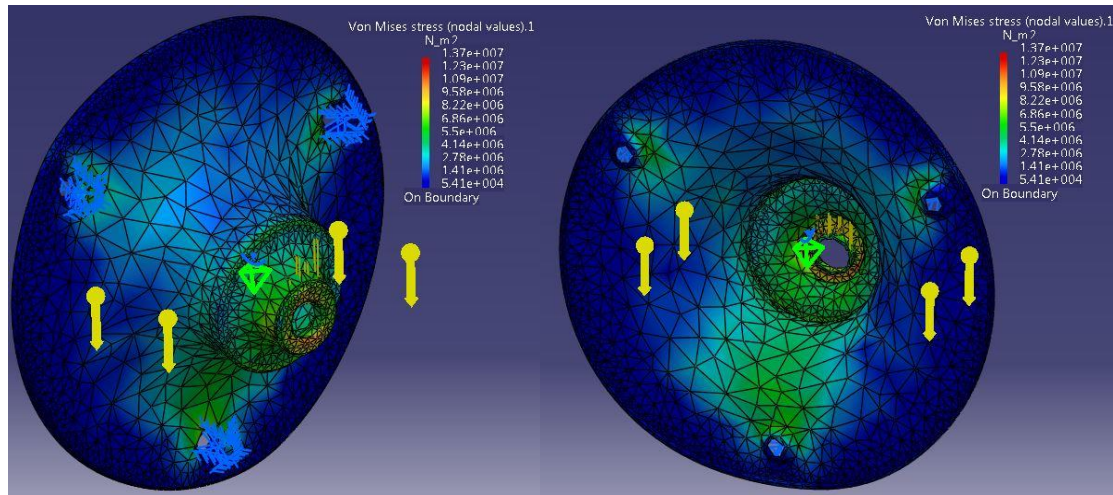


Figura 33. Representació exagerada de la deformació de l'ancoratge al aplicar les càrregues que suporta

Com es pot observar, la zona on es concentren més tensions és a la zona central, de color groc, taronja i vermell, on està ubicat el cargol d'unió amb l'aranya i el colze. També s'hi pot observar un augment de tensió a les zones properes als cargols de subjecció de manera radial, sobretot a la part inferior, de colors blaus i verds.

Els tons freds representen una tensió d'entre $5 \cdot 10^5$ i $7 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$.

Els tons càlids representen una tensió de l'ordre de $1 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$, arribant a un valor màxim de $1,37 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$.

Si comparem la tensió màxima que pateix la peça ($1,37 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$) amb el límit elàstic del AISI 304 ($1,95 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$) es pot afirmar que la peça aconsegueix suportar la càrrega aplicada sense patir deformacions permanents. El coeficient de seguretat que resulta de la comparativa és 14.

A diferència del plàstic, l'acer proporciona més estabilitat en les seves propietats al llarg del temps. Tot i així, també pateix l'efecte de la fatiga i es determina també un coeficient de seguretat mínim de 4. Amb aquest criteri es determina que està sobredimensionada i podria optimitzar-se.

Per aconseguir-ho, es redueix el grossor total de la peça, que quan es va definir ja es va contemplar la possibilitat d'estar sobredimensionat. Tenint en compte que una peça com el capó d'un cotxe ronda un espessor de 0,6 – 0,7 mm i parteix també d'una planxa d'acer i que es transforma mitjançant el mateix procés, es defineix un espessor similar per assegurar una bona fabricabilitat.

Amb un espessor de peça de 0,6 mm, el resultat és una tensió màxima de $2,16 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ en comptes dels $1,37 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ de la primera anàlisi, que dona a la peça un coeficient de seguretat de 9.

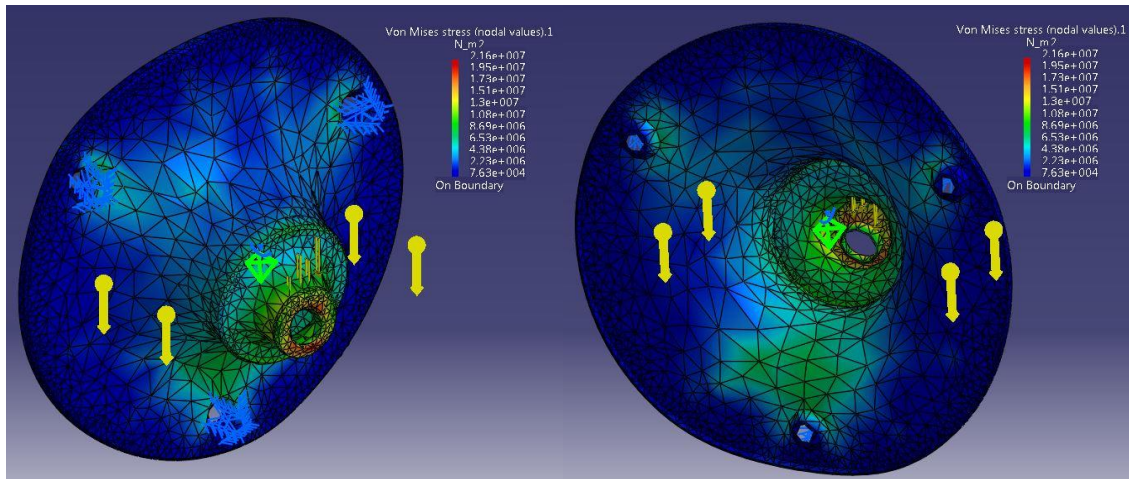


Figura 34. Nova representació de la deformació de l'ancoratge amb els canvis realitzats

Aquest valor resulta encara més alt de l'esperat, però no es considera oportú reduir més l'espessor de la peça. Arribat a aquest punt, podria valorar-se, des d'un punt de vista resistiva, la utilització d'un material més barat per realitzar aquesta peça, però des del punt de vista estètic aquest material ha sigut el que s'ha considerat més adient.

7. PROPOSTA FINAL

Un cop definit completament la geometria de les peces i donar-les per finalitzades, s'inicia una nova fase de projecte en la qual es planteja com es distribuïrien les peces del producte i les seves ampliacions, s'analitza la viabilitat del producte juntament amb estratègies a tenir en compte per millorar aquesta viabilitat i es deixa constància de futures millores o camins a seguir per propers desenvolupaments del producte.

7.1. AGRUPACIÓ SUBCONJUNTS

Amb el producte acabat, i per poder organitzar la distribució del producte, és necessari saber quines peces vindrien incloses al comprar el producte i que és podria vendre per separat per ampliar o modificar el producte estàndard, amb la intenció de que aquesta distribució sigui la que s'implementaria quan aquest sistema es fes servir com a base per crear una estructura completament modificable i ajustable a diferents necessitats.

En un futur, la línia de productes basat en aquest sistema podria oferir diferents configuracions estàndards i un catàleg més ampli de peces complementaries, però aquest projecte només a treballat en l'inici d'aquesta idea de negoci, amb un sol producte estàndard i una sèrie de peces que poden ampliar-lo o modificar-lo.

Per trobar la millor agrupació, es parteix del producte estàndard, que seria un prestatge de cinc baldes que constaria de:

- | | |
|--------------------|----|
| • Balda | x5 |
| • Suport | x5 |
| • Tapa | x5 |
| • Centrador | x5 |
| • Polsador fixador | x5 |
| • Eix 195 mm | x1 |
| • Eix 295 mm | x2 |
| • Eix 395 mm | x1 |
| • Colze amb aranya | x2 |
| • Ancoratge | x2 |
| • Junta tòrica | x2 |
| • Cargol DIN912 | x2 |
| • Volandera DIN433 | x2 |
| • Cargol DIN7505-A | x6 |

A més d'aquest conjunt complet, amb la intenció d'ampliar el prestatge amb més baldes, és podria vendre un subconjunt de peces per a tal fi, que constaria de:

- | | |
|--------------------|----|
| • Balda | x1 |
| • Suport | x1 |
| • Tapa | x1 |
| • Centrador | x1 |
| • Polsador fixador | x1 |

Aquest conjunt d'ampliació hauria de combinar-se amb la compra de l'eix necessari per al muntatge, que es decideix no englobar-ho en el subconjunt per evitar la acumulació o la falta d'estoc del menor número de peces si es donés el cas d'haver una mesura

d'eix que no és venes o que hi hagués massa demanda. A més, al vendre l'eix per separat, el subconjunt anterior també seria l'indicat com a subconjunt de substitució, ja que engloba les peces més dèbils com poden ser les de plàstic o la pròpia balda. L'eix, per la seva banda, es poc probable que necessiti de recanvi. Per això, les tres mesures d'eix es vendrien per separat per permetre també a l'usuari poder comprar totes les mesures per modificar l'alçada de les seves baldes sense necessitat d'adquirir tot un subconjunt de recanvi.

• Eix 195 mm

• Eix 295 mm

• Eix 395 mm

Ara bé, potser hi ha usuaris que no volen un prestatge de 5 baldes complet i en volen un de més petit. Tot i que es considera que aquesta opció serà poc majoritària, si podria ser interessant oferir un tercer subconjunt amb les peces d'ancoratge, per a que aquestes persones que tenen poc espai o volen un prestatge petit puguin tenir, per un preu més reduït que si comprassin les peces per separat, la possibilitat de dividir el producte estàndard en dos productes de, per exemple, dos i tres baldes. Per fer-ho possible, és pot oferir un segon subconjunt de:

- Ancoratge x2
- Colze amb aranya x2
- Junta tòrica x2
- Cargol DIN912 x2
- Volandera DIN433 x2
- Cargol DIN7505-A x6

Amb aquesta classificació, s'observa que el conjunt de producte complet es una combinació de cinc subconjunts de recanvi, un subconjunt d'ancoratge i quatre peces d'eixos per separat amb unes mesures que haurien d'estar preestablertes.

Producte complet:

- Balda x1
- Suport x1
- Tapa x1
- Centrador x1
- Polsador fixador x1

5 unitats

- Eix 195 mm x1

1 unitat

- Eix 295 mm x1

2 unitats

- Eix 395 mm x1

1 unitat

- Colze amb aranya x2
- Anclatge x2
- Junta tòrica x2
- Cargol DIN912 x2
- Volandera DIN433 x2
- Cargol DIN7505-A x6

1 unitat

El primer dubte que sorgeix és:

- Val la pena, econòmicament i logísticament parlant, agrupar totes les peces d'un producte estàndard en un conjunt, obligant a l'usuari a comprar un número preestablert de baldes, amb una longitud d'eixos ja donada, quan el producte pretén oferir un producte modulable que s'adapti totalment a les necessitats de l'usuari?

Econòmicament potser sí surt més a compte tenir un bloc indivisible de peces a vendre, però es considera que l'estalvi que es pot aconseguir no pesa tant com els inconvenients que això implica. També la definició de referències és més complicada, ja que hi ha peces presents a diversos subconjunts i per tant, només amb la nomenclatura no es podria identificar a quin subconjunt pertany cada peça sense assignar a una mateixa peça dos referències.

Amb aquesta consideració, d'oferir un millor servei al client, es redefineix la organització dels grups de peces per oferir a l'usuari el màxim número de combinacions possible amb un preu que seguiria sent competitiu al agrupar les peces per grups.

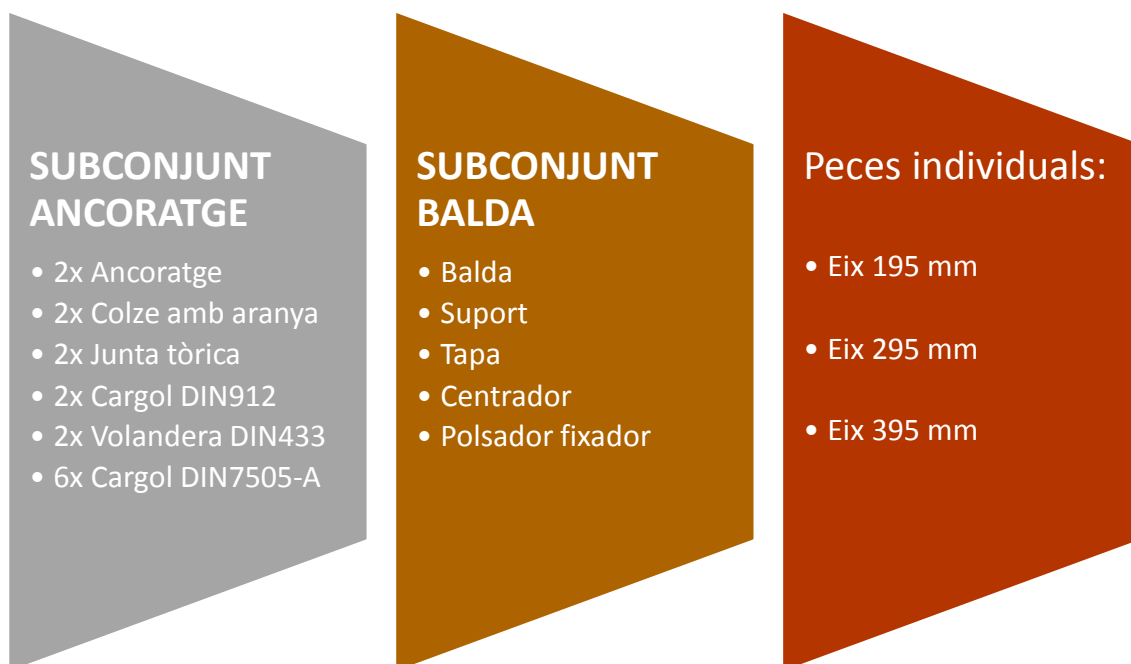


Figura 35. Classificació de les peces per subconjunts

- Subconjunt ancoratge: Subconjunt de peces indispensables per muntar un prestatge, independentment del número de baldes que es muntin.
- Subconjunt balda: Subconjunt de peces indispensables per muntar una balda plenament funcional a un prestatge.
- Peces individuals: Peces de diferents mesures que connecten el subconjunt ancoratge amb els diferents subconjunts balda que es vulguin col·locar. És necessària una d'aquestes peces per cada subconjunt balda que es col·loqui.

A més, la realització de la comanda per part dels distribuïdors i dels usuaris també seria més fàcil que amb l'anterior agrupació, ja que ara només seria necessari indicar el número de prestatges (número de subconjunts ancoratge), el número de baldes per cada prestatge (número de subconjunts balda) i l'alçada entre elles (número d'eixos de cada mesura).

7.1.1. DEFINICIÓ REFERÈNCIES

Amb les peces organitzades per subconjunts, per acabar de facilitar la logística d'aquest producte és necessari crear un sistema de nomenclatura que permeti identificar cadascuna de les peces i poder, a més, saber a quin subconjunt pertanyen.

Amb aquesta idea, la primera idea va ser utilitzar un codi numèric que tingués dos parts, separades per un punt, que indiqués el número de subconjunt al que pertanyia i el número de la peça, tal que: XX.XX.

Subconjunt Ancoratge		Subconjunt Balda		Peces individuals	
Ancoratge	01.01	Balda	02.01	Eix 195mm	03.01
Colze amb aranya	01.02	Suport	02.02	Eix 295 mm	03.02
Junta Tòrica	01.03	Tapa	02.03	Eix 395 mm	03.03
Cargol DIN912	01.03	Centrador	02.04		
Volandera DIN433	01.04	Polsador fixador	02.05		
Cargol DIN7505-A	01.05				

El primer problema trobat va ser anomenar, per exemple, la peça Colze aranya o el Polsador fixador, ja que son un muntatge de 3 peces diferents. Per solucionar-ho, es va prova d'afegir una nova part al format, per poder indicar: Codi de peça individual, codi de peça muntada i codi de subconjunt, quedant amb un format XX.XX.XX.

Subconjunt Ancoratge		Subconjunt Balda		Peces individuals	
Ancoratge	01.01.01	Balda: 02.01	02.01.01	Eix 195mm	03.01.01
Colze amb aranya	01.02.00	Suport	02.02.01	Eix 295 mm	03.02.01
- Colze	01.02.01	Tapa	02.03.01	Eix 395 mm	03.03.01
- Aranya	01.02.02	Centrador	02.04.01		
Junta Tòrica	01.03.01	Polsador fixador	02.05.00		
Cargol DIN912	01.03.01	- Polsador	02.05.01		
Volandera DIN433	01.04.01	- Fixador	02.05.02		
Cargol DIN7505	01.05.01	- Molles	02.05.03		

La problemàtica d'aquesta nomenclatura és que la gran majoria de peces tenen al seu codi un ".01" final que no aporta cap informació i a més tampoc es soluciona el problema dels muntatges, ja que l'aranya, que es munta el colze, segueix sent un muntatge de la Corona i la Base. Per solucionar-ho, i no ampliar més el format de referència, es necessari canviar de format. Mitjançant un codi de tres xifres es podria indicar els tres nivells de muntatge de les peces: Les unitats farien referencia al número de peça d'un muntatge previ al muntatge final, les desenes serien els conjunts previs al muntatge final o les peces que només tenen un muntatge i les centenes per als muntatges finals que es subministraria als subconjunts. Separat per un punt, a l'inici de la referència es pot indicar el número de subconjunt al que pertany, és a dir:

Subconjunt Ancoratge	
Ancoratge	01.100
Colze amb aranya	01. 200
- Colze	01. 210
- Aranya	01. 220
o Base Aranya	01. 221
o Corona Aranya	01. 222
Junta Tòrica	01.300
Cargol DIN912	01.400
Volandera DIN433	01.500
Cargol DIN7505	01.600

Subconjunt Balda	
Balda:	02.100
Suport	02.200
Tapa	02.300
Centrador	02.400
Polsador fixador	02. 500
- Polsador	02. 510
- Fixador	02. 520
- Molles	02. 530

Peces individuals	
Eix 195mm	03.100
Eix 295 mm	03.200
Eix 395 mm	03.300

Aquest sistema de nomenclatura permet identificar cadascuna de les peces coneixent quants muntatges pateix abans de subministrar-se, a quin muntatge final pertany i a quin subconjunt s'ha d'afegir.

7.2. ERGONOMIA. MANUAL DE MUNTATGE

Amb el sistema de referències assignat a cadascuna de les peces, es continua amb un segon punt important per donar per finalitzada la proposta. Amb el punt de vista fixat a l'usuari final, s'ha considerat oportú treballar en un apartat de l'ergonomia, molt important en producte nous, que és la correcta interpretació del producte, del seu muntatge i del seu ús a partir de fulls d'instruccions, manuals d'ús o instruccions de muntatge.

Aquest producte, des de l'inici del seu disseny, ha sigut dissenyat per oferir la millor interacció entre objecte i usuari, ja que principalment el que es desenvolupa és el seu sistema de muntatge, que pretén oferir una manera fàcil, ràpida i fiable de muntar un prestatge i que a més a més aquest s'adapti a les necessitats de cada moment.

Com a part de l'ergonomia, la facilitat d'ús del producte és clau per aconseguir una bona acceptació per part de l'usuari final. És per això que s'ha decidit realitzar un manual de muntatge que expliqui, pas per pas i de manera gràfica, quin és el procés de muntatge del sistema.

Tenint com a referents grans empreses com IKEA o d'altres marques no relacionades amb el món del mobiliari però que també utilitzen la mateixa pauta de comunicació (Volkswagen o Audi sovint fan anuncis sense text ni veu, només musica), es pot observar que la millor manera d'explicar un procés és mitjançant la utilització de fotografies, gràfics, símbols, formes i dibuixos, reduint al mínim la utilització de text ja que aquest últim, a diferència de la resta, no és universal. Moltes vegades l'usuari rep, juntament amb el producte que acaba de comprar, un full d'instruccions en forma de llibretes amb la explicació, exhaustivament detallada, de les funcions i/o procés de muntatge del producte en diversos idiomes, quan moltes vegades es podria haver explicat simplement amb un parell o tres de fotografies, i aquestes són vàlides per tots els idiomes, ja que no necessiten de traducció.

Per això s'ha volgut treballar, complementàriament al producte, en un manual gràfic d'instruccions de muntatge per facilitar a l'usuari l'enteniment del mateix i agilitzar el aquest procés.

El manual consta de 11 pàgines incloent una pàgina de portada, una pàgina on es mostra un índex de peces i un pàgina final del procés de desmuntatge. A les 8 pàgines restant es detalla en 8 passos el muntatge del producte.

- A la portada s'hi pot trobar el nom de l'empresa, el nom del producte, una imatge representativa i el títol del document en 6 idiomes diferents amb una petita bandera a l'inici de cada frase per facilitar a l'usuari el trobar el seu idioma més ràpidament.
- En una segona pàgina, a mode d'índex, es mostra a la part superior el títol de la pàgina en els sis idiomes, juntament amb la seva corresponent bandera. A la part inferior, una imatge de cadascuna de les peces o subconjunts que rebria l'usuari a l'obrir l'embalatge del producte amb la seva nomenclatura i el número d'unitats de cadascuna.

Per universalitzar la nomenclatura de les peces e independitzar-ho de qualsevol idioma, al costat de cada peça s'indica un codi alfanumèric de dos dígit:

- o El primer dígit, una lletra, separa per grups les peces, ja sigui pel seu material, per la seva posició al conjunt o pel tipus de peça.
- o El segon dígit, un número, indica les diferents peces dintre del grup determinat per la lletra.

Així doncs, un primer grup A esta format per la balda (A1). Un segon grup el formen l'eix (B1), el subconjunt colze amb l'aranya muntada (B2) i l'ancoratge (B3), tots tres d'acer inoxidable. El tercer grup el formen les peces de plàstic: el suport (C1), la tapa (C2) i el centrador (C3). Un quart grup el forma el subconjunt pulsador amb el fixador i les molles muntades (D1). En un cinquè grup estan totes les peces metàl·liques normalitzades (Cargols): Cargol de paret (E1), Cargol estructura (E2) i volandera estructura (E3). Per últim, en un sisè grup es troba la junta tòrica normalitzada (F1).

- De la tercera a la desena pàgina s'explica el muntatge del producte pas per pas. Aquestes pàgines canvien a un format on es veu: A la part superior, el pas de muntatge que es mostra a la pàgina; a la part esquerra, una columna de text amb el procés de muntatge del pas que es mostra, a la part central dreta imatges representatives del procés de muntatge i a la part inferior un recordatori de la nomenclatura de les peces que intervenen en aquest pas de muntatge, per facilitar la relació entre el text i la imatge.

A la última pàgina, amb el mateix format que les pàgines de muntatge, es mostren les operacions necessàries per desmuntar el centrador i el suport, que a diferència de la resta de peces, aquestes tenen una fixació a l'eix per assegurar el muntatge global.

7.3. ANÀLISI MEDI AMBIENTAL

Per completar la proposta final, s'ha volgut tenir en consideració un apartat important en el disseny de qualsevol producte. Quan el cicle de vida d'un producte arriba a la seva fi, és important que les peces puguin ser desmuntades i classificades per materials i que aquests materials puguin ser reciclats o reutilitzats per reduir el consum de matèries primeres i ajudar a la sostenibilitat del recursos naturals.

En el cas particular d'aquest producte, els materials utilitzats són la fusta, diferents tipus d'acers i plàstic, en concret la Poliamida 6 amb un 30% de fibra de vidre.

Fusta

En el cas de la fusta, la seva obtenció pot provenir de boscos sostenibles on un cop talats els arbres per obtenir fusta, es tornen a plantar arbres de creixement ràpid per poder tornar a utilitzar la seva fusta i no desforestar el terreny. A més, a l'hora de desballestar-la, el procés de reciclatge de la fusta és dels processos més barats i nets de tots el tipus de reciclatge. Sense necessitat de fer cap tractament previ, tot el procés està format per mitjans físics i maquinaria. Després de passar per un procés de trituració, aquesta fusta pot ser feta servir per la confecció de conglomerats o també fer-la servir per la producció d'electricitat mitjançant incineració, piròlisis o gasificació per plasma. Per últim, la fusta reciclada també pot fer-se servir per la fabricació de compost i per usos agrícoles.

Acer

En el cas dels acers, gràcies al sistema de muntatge del conjunt, les peces d'aquest material poden ser separades fàcilment i portades a reciclar. L'acer, igual que altres metalls, ja siguin fèrrics o no fèrrics, poden ser fosos per crear noves peces sense perdre les seves propietats. Les peces passarien per un procés de cribratge per separar els diferents tipus de metalls i una posterior trituració per després ser fosos en forns per tornar a obtenir matèria primera.

Plàstic

En el cas de les peces de plàstics, fetes de poliamida, poden ser reciclades tan mecànicament com químicament. La poliamida, al ser un termoplàstic, pot ser fos per ser col·locat en un motlle per crear una nova peça.

El procés mecànic de reciclatge de la poliamida és tracta de convertir les peces en petits trossos o boles per la seva posterior transformació en altres productes. Després de passar per un procés de rentat, classificació i trituració, els pellets de plàstic poden utilitzar-se per extrudir, injectar, mollejar per bufat o comprimir noves peces.

El procés químic consisteix en la degradació del plàstic mitjançant calor o catalitzadors amb la intenció de trencar les macromolècules y obtenir molècules simples. Les diferents tècniques utilitzades poden ser la piròlisis, la hidrogenació, la gasificació o el craqueig, totes elles per obtenir combustible o productes químics.

8. PRESSUPOST

Amb el producte enllestit i amb la logística de distribució resolta, s'inicia l'últim pas per donar per finalitzat el projecte. Per poder assignar un preu final de venda del producte, primer es recupera la informació de l'estudi de mercat per posicionar el nou producte entre els seus competidors. Un cop ubicat i conegut el rang de preu per on s'ha de moure, es realitza un escandall per conèixer el preu de costs de les peces i dels processos interns necessaris abans de enviar el producte i, a partir de definir un compte de resultats per l'empresa, es calcula el temps d'amortització de la inversió inicial, així com la ubicació temporal del punt mort i el moment en el qual es recuperaria la inversió definint un preu de venda al públic.

8.1. POSICIONAMENT AL MERCAT

Per posicionar el nou producte, és necessari observar el mercat de nou però aquest cop amb una visió de negoci, és a dir: a on s'ha d'ubicar el producte i quin ha de ser el seu preu per, a partir de les seves característiques i la dels competidors, maximitzar les seves possibilitats de venda.

De competidors directes, aquells productes que ofereixen característiques o solucions similars no s'han trobat, tret d'un parell de sèries d'IKEA que poden tenir certes similituds en estructura. Ara bé, competidors indirectes, d'aquells que tot i no oferir ni la mateixa concepció de producte poden fer una funció similar i per tant, ser una opció pel comprador potencial si que n'hi ha, i molts.

Com no es poden plasmar en una mateixa gràfica tots els possibles competidors, s'ha fet un recull dels més rellevants, ja sigui per semblança en característiques, per preu més competitiu o per característiques diferenciadores.

Per una banda, s'han escollit les sèries d'IKEA ALGOT i SVALNÄS per la seva modulabilitat de peces i la sèrie ELVARLI pel seu sistema de columnes verticals, similar al del producte desenvolupar. Per altre banda, s'han escollit les prestatgeries GORDON, per la gran semblança estètica; la prestatgeria SKAFFA pel seu sistema de muntatge i la prestatgeria ÒXIDO NATURAL CON CRISTAL per mesures i forma similar.

Per als prestatges d'IKEA, amb diferents configuracions, possibilitats i preus, s'ha pres com a referència el muntatge més similar en característiques al producte desenvolupat. A més a més, per al prestatge SKAFFA s'ha dividit el preu trobat per 4 per simular què costaria la prestatgeria amb unes dimensions més semblants a la resta de productes.

		
ALGOT: 60 - 70 €	SVALNÄS: 90 – 100 €	ELVARLI: 120 – 170 €
		
SKAFFA: 350 € (1400 / 4)	GORDON: 90 €	OXIDO NATURAL: 960 €

Per realitzar el mapa de posicionament s'han tingut en compte dues característiques: Per una banda el preu i per l'altre les característiques que ofereix el producte, ja sigui qualitat dels materials, funcions o capacitat d'adaptabilitat.



Figura 36. Esquema del mapa de posicionament

Òbviament, la zona més idònia per al client és el quadrant inferior dret, representat en verd, on serien els productes de menor preu i majors característiques. Tot i així, moltes marques busquen ubicar els seus productes en el quadrant superior dret que, tot i representar una zona de productes cars pretenen, a base d'una gran qualitat i una bona campanya de màrqueting, obtenir un reconeixement social que implica tenir productes que els consumidors desitgen tenir i que la competència vol imitar, i això és un gran avantatge psicològic. Per contra, el quadrant oposat, en vermell, ubicaria els productes de major preu i menors característiques. Si col·loquem les fotografies dels productes escollits, quedaria un mapa com aquest:

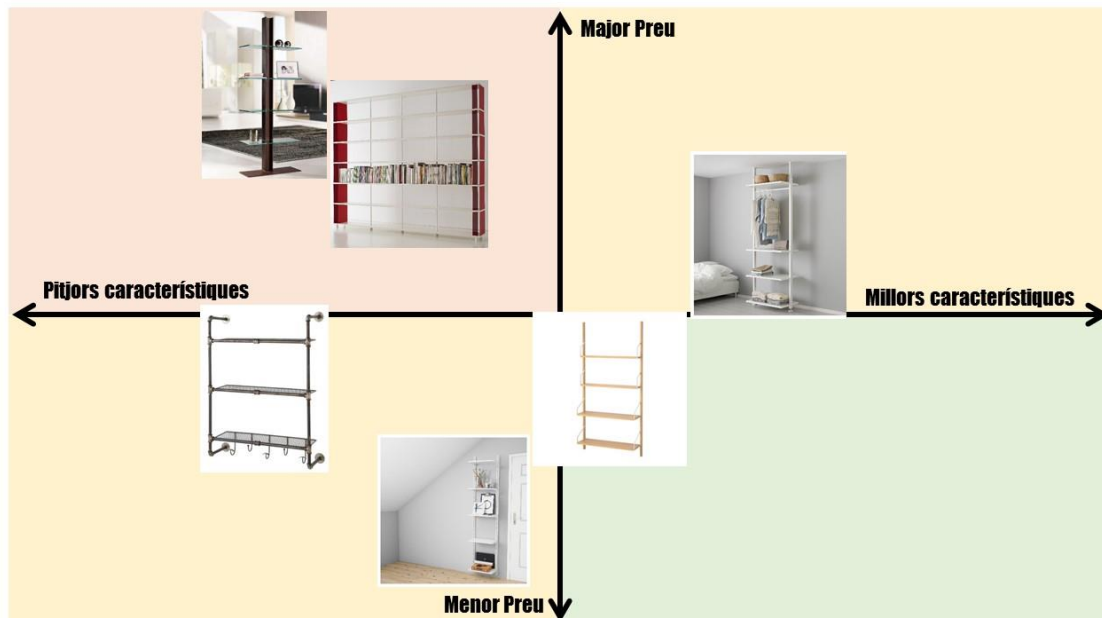


Figura 37. Posicionament dels productes competidors

Inicialment, s'han col·locat els productes a sobre de l'eix vertical ordenats pel seu preu de venda. A partir d'aquí, subjectivament s'han desplaçat a esquerra o dreta segons les característiques que ofereixen. A l'esquerra de tot es pot trobar la prestatgeria d'òxid natural, de preu elevat i de característiques escasses, ja que només ofereix una estètica diferent a la resta. Just a sota es troba la prestatgeria GORDON, que ofereix la mateixa estètica "retro" però a un preu considerablement inferior. A la mateixa alçada que la GORDON s'ubica la prestatgeria SVALNAS, que amb un preu calcat a la GORDON, ofereix moltes més possibilitats de personalització i el material, fusta de bambú, ofereix una qualitat superior. Seguint la diagonal ideal del mapa, que representaria l'augment proporcional de les característiques respecte al preu, es troben les altres dos prestatgeries d'IKEA: A la part inferior el prestatge ALGOT, similar al SVALNAS però amb fusta de pitjor qualitat i menys mòduls; i a la part superior el prestatge ELVARLI, que ofereix per un preu una mica més alt moltes més possibilitats que el prestatge SVALNAS. En terra de ningú es troba el prestatge SKAFFA, que té un preu elevat amb un sistema modular molt simple.

Veient aquest gràfic, no sorprèn que els productes que estan perfectament alineats en la diagonal on haurien d'estar tots els productes siguin només els d'IKEA. Això significa que IKEA, com era d'esperar, ha ubicat els seus productes en nínxols de mercat coherents: Un producte de millors característiques té un preu coherentment major.

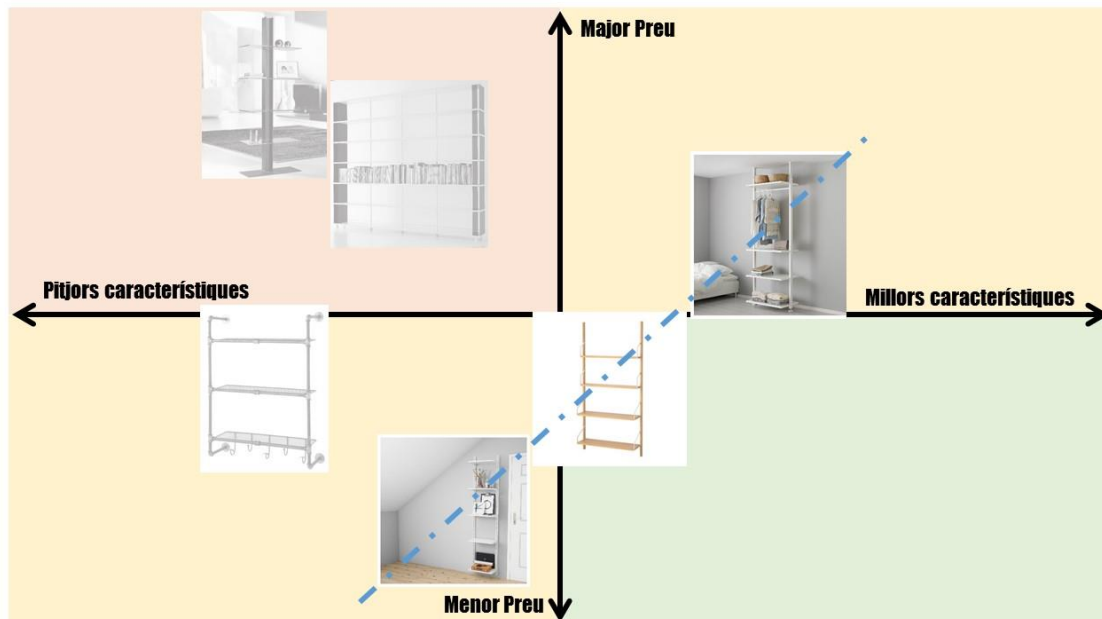


Figura 38. Representació del posicionament dels productes d'IKEA

Observant la gràfica i buscant possibles nínxols de mercat, s'hi troben dos:

Per una banda, el sistema desenvolupat en aquest projecte podria oferir millors característiques modulars que el prestatge d'IKEA ELVARLI, podria situar-se a la part alta de la diagonal formada pels tres productes d'IKEA i aconseguir aquesta posició dominant al mercat tant per preu com per característiques.

Ara bé, el prestatge ELVARLI té ja al mercat molt més mòduls per combinar amb el seu sistema i al sistema desenvolupat en aquest projecte encara li queda molta expansió de productes, de moment es queda només en un prestatge modular de 5 baldes. A més a més, tampoc interessa buscar un enfrontament directe amb un gegant com IKEA en el llançament del primer producte.

Per altra banda, al gràfic es troba una segona zona interessant, poc habitada. Aquesta zona, la inferior dreta, just a sota del producte ELVARLI, podria ser un bon nínxol de mercat, posicionant el producte desenvolupat en aquest projecte en un preu lleugerament inferior que l'ELVARLI però oferint les noves funcions del sistema, com la rotació i el muntatge, posicionant-lo un punt més a la dreta que el prestatge SVALNAS.

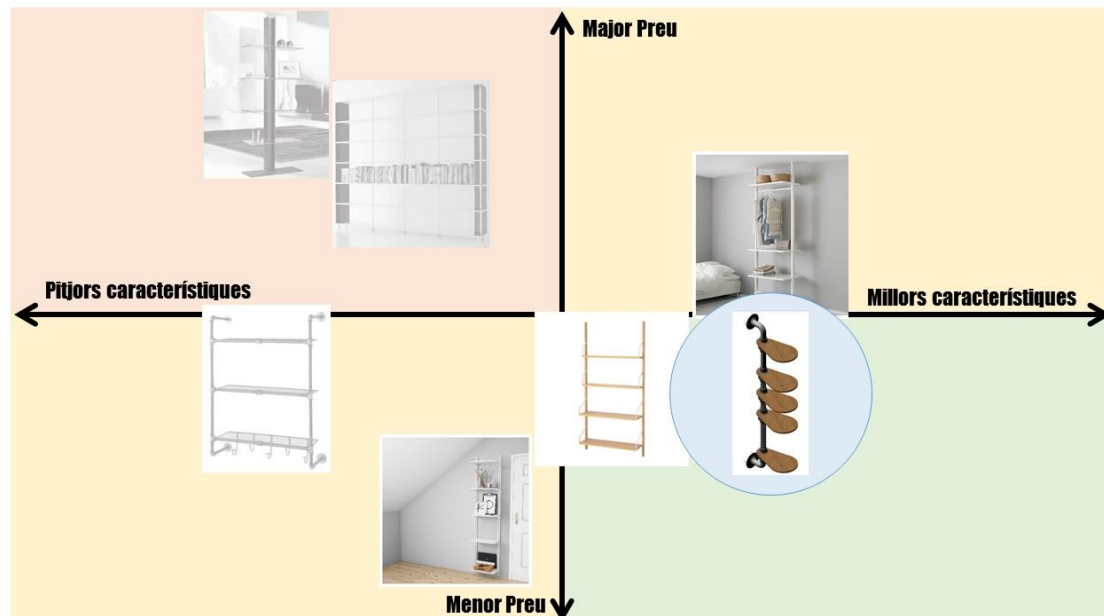


Figura 39. Posicionament del producte

A més, en futurs desenvolupaments del sistema, aquests podrien ubicar-se en una diagonal paral·lela als productes d'IKEA, oferint millors característiques amb un augment de preu similar.

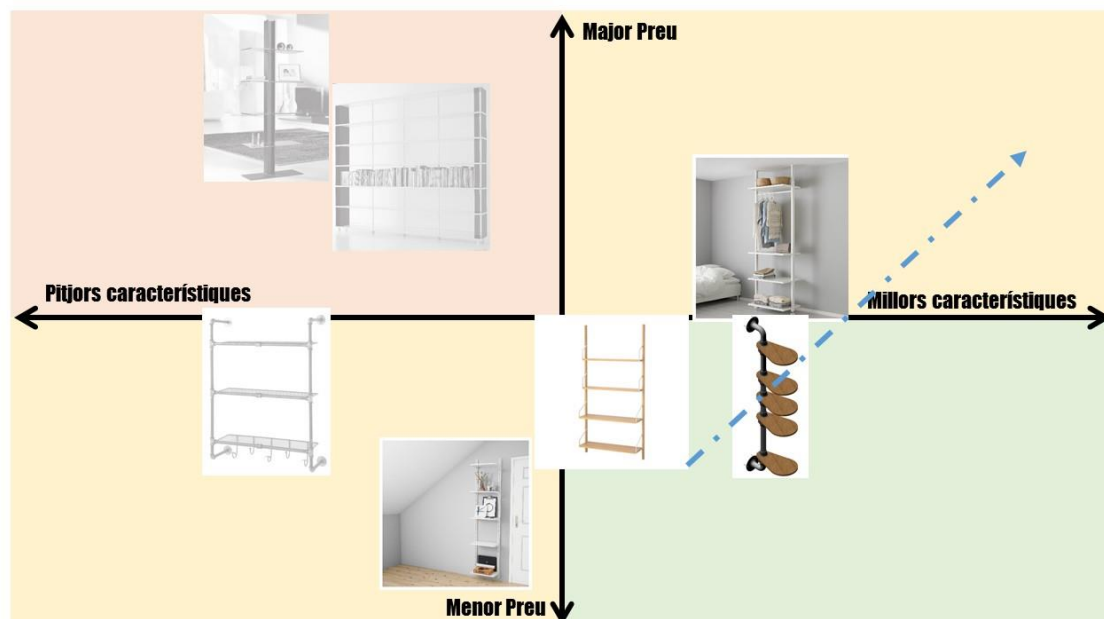


Figura 40. Possible ubicació de la gama de productes del nou sistema

Per tant, el producte desenvolupat hauria de rondar els 100 – 120 € per col·locar-se en un nínxol interessant de mercat, pensant també en les futures evolucions del sistema.

8.2. ESCANDALL

Amb el producte ubicat al mercat, es calcula els costos de fabricació del producte i quin podria ser el seu preu final.

L'empresa, que l'anomenarem STANTA, és la responsable del disseny, la venda i la distribució del producte "Shelves Cam", primer producte d'una sèrie de productes basats en el sistema de muntatge desenvolupat en aquest projecte. La fabricació del producte, al ser una nova empresa de pressupost limitat, encarrega a diferents proveïdors en la seva totalitat per minimitzar inversions en maquinaria i personal. Ara bé, per assegurar que cap proveïdor conegui el producte complet, les últimes operacions de muntatge entre algunes peces es realitzen a la mateixa STANTA.

8.2.1. INVERSIÓ INICIAL I COST DE FABRICACIÓ

Per tant, per calcular el preu final del producte es fa una aproximació del que podria costar cadascuna de les peces del producte. L'estimació es fa en base al tipus de material, al procés utilitzat, la complicació tècnica que implica la geometria de la peça i el número d'unitats necessàries per a cada producte, considerant més barates les peces que es demanen en més quantitat. Amb aquestes pautes, i amb l'ajuda de l'experiència de Joan Josep Aliau, professor de l'escola i tutor d'aquest projecte, es determinen un preu per cadascuna de les peces, així com els costos en motlles, matrius i útils que s'hauria de pagar al proveïdor corresponent.

- De les peces d'injecció de plàstic com son el suport, la tapa, el polsador i el centrador, els costos en motlles varien entre 20.000 i 60.000 €, situant el motlle del suport com el més car degut a la complexitat del mateix al ser necessari l'ús de correderes. Per la tapa i el centrador els motlles serien molt més simples, de 20.000€ cadascun i de 25.000 € el motlle del centrador, de formes lleugerament més complicades que les peces anteriors.
- Per les peces que necessiten de mecanitzat (la balda, l'eix i el colze) s'estableix un cost per fresat de 600€ per obtenir la forma de la balda i de foradat de 300€, que compartrien l'eix i el colze.
- En el cas de les matrius per obtenir el fixador, la corona aranya i l'ancoratge, s'estableixen uns preus de 500, 1500 i 5000€ respectivament en proporció a la mida de cadascuna de les tres peces.
- Pel que fa als elements normalitzats, el preu per unitat s'ha trobat a partir de la consulta de diferents proveïdors.
- La resta de peces tenen un preu per unitat aproximat: la balda i l'eix són les peces més cares degut al seu material, fusta massissa i acer inoxidable, seguit del colze, també d'acer inoxidable però de menor mida que l'eix. El suport també presenta un preu elevat respecte a la resta de peces de plàstic per la quantitat de material a utilitzar.

Compra					Inversió (€)		
Refª	Descripció	€/u	Nº Peces	Total	Motlles	Matrius	Útils
02.100	Balda	6,06	5,00	30,30			600
02.200	Suport	3,19	5,00	15,96	60.000		
02.300	Tapa	0,44	5,00	2,22	20.000		
02.510	Polsador	0,53	5,00	2,63	20.000		
02.520	Fixador	0,22	5,00	1,11		500	
02.400	Centrador	1,03	5,00	5,15	25.000		
03.200	Eix	7,02	4,00	28,08			300
01.210	Colze	4,82	2,00	9,64			
01.100	Ancoratge	1,86	2,00	3,72		5.000	
01.221	Base Aranya	0,62	2,00	1,23			
01.222	Corona Aranya	0,03	4,00	0,12		1.500	
01.400	Cargol Estructura	0,29	2,00	0,58			
01.500	Femella Estructura	0,03	2,00	0,05			
01.300	Junta Tòrica	1,19	2,00	2,38			
01.600	Cargol Paret INOX	1,51	6,00	9,05			
02.530	Molla Polsador	1,09	10,00	10,93			
Total import de compres				123,15	125.000	7.000	900

Al final de la taula s'obté el cost de fabricació de totes les peces per muntar un conjunt i el cost d'inversió entre motlles, matrius i útils.

Un cop STANTA rep una comanda, es realitza un procés de picking a l'article per realitzar les últimes operacions de muntatge abans d'embalar el producte. Es considera un preu de 24€/h de cost d'operari per realitzar aquestes operacions, que són:

- Amb dues peces corona aranya i una base aranya, aquestes s'uneixen per formar la peça aranya mitjançant 12 punts de soldadura, 6 per corona, a banda i banda de la base, per obtenir la peça aranya (01.220) – 15 segons.
- Amb l'aranya muntada, es realitza una segona operació de muntatge per clavar aquesta peça dintre del colze i obtenir la peça a embalar colze amb aranya (01.200) – 18 segons.
- També es munten les molles al polsador per obtenir el polsador llest per embalar (02.500) – 15 segons.
- Per últim, tot i no formar una peça reconeguda, s'introdueix la tòrica (01.300) al seu lloc de l'ancoratge (01.100) per evitar que es perdi per l'embalatge i facilitar el muntatge al client – 8 segons.
- Amb totes les peces muntades, es procedeix a embalar-les per subconjunts - 24 segons.

Per realitzar aquestes accions, també és necessària una inversió inicial en maquinària. El cost més elevat és per la soldadura de l'aranya, ja que es compraria una màquina específica per realitzar la soldadura de les dues corones a la vegada, minimitzant el temps del procés. Amb costos inferiors es situa el muntatge de l'aranya al colze, ja que també hauria de ser un útil especial per aquesta tasca. Per altra banda, el muntatge de les molles requeriria d'eines comuns i per l'embalatge només eines d'etiquetat i ciclostilat. Per al muntatge de la tòrica no es necessitarien eines.

Procés Intern					Inversió €		
Fase	Descripció	€/h	Seg"	Total	Lay-out	Matrius	Útils
01.220	Soldadura Aranya	24,000	15,0	0,1000			900
01.200	Muntatge Aranya - Colze	24,000	18,0	0,1200			300
02.500	Molles a polsador	24,000	15,0	0,1000			150
01.100	Muntatge Tòrica	24,000	8,0	0,0533			0
00.100	Embalatge	24,000	24,0	0,1600			100
Total import procés intern (€)				0,53	0	0	1450

El cost, per tant, del procés intern de muntatge i embalatge del producte seria de 53 cèntims per producte complet, més una inversió inicial de 1450 € en útils.

Amb aquesta informació ja es pot calcular el cost directe de cada producte, que seria la suma del cost de fabricació de totes les peces del producte més el cost del procés intern de muntatge i embalatge de cada producte; i la inversió inicial necessària entre matrius, motlles i útils:

Costos directes: $123,15 + 0,53 = 123,68\text{€/producte}$

Inversió inicial: $125.000 + 7.000 + 900 + 1450 = 134.350 \text{ €}$

8.2.2. COMPTE DE RESULTATS

Del costos variables o directes del producte, que són de 123,68€ per unitat, es calcula, a partir del tant per cent que representa aquesta quantitat del preu de venda final, el tant per cent de costos fixos, costos de transport i el benefici.

Les despeses fixes són aquelles costos que s'han de pagar si o si, independentment de les unitats que es vinguin. En aquest cos s'inclou el lloguer d'un local per portar a terme el muntatge final dels subconjunts, factures, impostos i també costos relacionats directament amb el producte, com publicitat, el lloguer d'un vehicle o el manteniment d'un en propietat per al comercial que va a vendre el producte, així com combustible i despeses de reparació del mateix.

Els costos de transport són aquells que se'n deriven de la distribució dels productes als punts de venda: Lloguer de furgonetes i conductor o el salari si està en nòmina, despeses de manteniment, combustible...

L'estratègia de venda per part d'STANTA és la de minimitzar el benefici els primers mesos de venda del producte per poder oferir el producte a un preu el més ajustat possible per afavorir les vendes al principi del cicle de vida del producte, quan és important donar-se a conèixer i aconseguir una cartera de clients que assegurin un volum de vendes constant. Un cop aconseguit això, els beneficis podran venir a partir de la optimització d'algunes peces del conjunt, millors preus de proveïdors al demanar cada cop comandes més grans i sobretot de l'ampliació del catàleg de peces per al sistema. Per això, inicialment es determina un 5% de benefici per cada unitat venuda.

Respecte als costos variables o directes, com tot el procés de fabricació s'externalitzaria, aquests representarien una gran part del preu final de venda del producte, estimada en un 75% del preu final.

En el cas de les despeses fixes, al no necessitar d'una gran infraestructura per portar a terme les últimes operacions de muntatge, és considera que un 12% del preu de venda del producte va destinat al pagament dels costos fixos.

El 8% restant per tant seria per pagar les despeses de transport i distribució del producte.

Fent els càlculs pertinents, es busca el tant per cent que representen els costos desconeguts respecte al costos variables, que si es coneix el valor per esbrinar els valors en euros destinats als costos fixos, transport i benefici:

Sense despeses d'amortització				
Despeses Variables o Directes	75,0%			123,68 €
Despeses Fixes	12,0%	12% / 75%	16%	19,79 €
Despeses de Transport	10,0%	8% / 75%	10,7%	13,19 €
Benefici	5,0%	5% / 75%	6,7%	8,25 €
Total Preu de Venda	100,0%			164,91 €

Amb aquests percentatges estimats, s'obté un preu necessari de venda del producte de 164,91 €, tot i que aquest preu encara no té en compte l'amortització de la inversió inicial.

8.2.3. AMORTITZACIÓ

Un cop conegut el preu mínim al que s'ha de vendre el producte, és necessari calcular quin sobrecost aplicar a aquest preu per amortitzar la inversió inicial. A més, també s'ha de calcular el punt mort, que és el punt temporal on el beneficis són iguals a les despeses i, per tant, es deixen de perdre diners. Per ajustar aquest punt mort, es determina el número d'unitats que s'han de vendre per recuperar la inversió: Com més baix sigui aquest valor, més sobre cost tindrà el producte i això pot implicar no assolir les vendes esperades. Pel contrari, un valor molt alt afavoreix un preu més baix de venda del producte però a costa de recuperar la inversió en un període més llarg de temps que pot fer insostenible la situació de l'empresa.

La inversió a recuperar està calculada en 133.850 €. Al considerar a STANTA una empresa petita, no multinacional, de nova creació, s'estimen unes vendes molt inferiors a les que podria tenir una empresa multinacional com IKEA, de 160.500 unitats a l'any en el seu prestatge de la sèrie EXPEDIT al 2013 (predecessora de la sèrie KALLAX).

Al tenir un preu de cost de venda sense amortització de 165 €, s'ha calculat les unitats que s'haurien de vendre si el P.V.P. del producte fos de 169,95€, un valor amb aquests decimals molt típic en tots els productes amb un efecte psicològic al client, ja que sembla que el preu sigui de 160€ en comptes dels 170€. Amb aquest preu, de 5,04€ extra per unitat com a concepte d'amortització, serien necessàries 26.650 unitats per aconseguir recuperar la inversió inicial a través dels beneficis.

Total Despeses Directes		123,68	Total Inversió	134.350
Despeses fixes	16,0%	19,79	Nº Peces a Vendre	26.650
Transport	10,7%	13,19		
Benefici	6,7%	8,25		
Amortització (Inv/amort)		5,04	€/ u	
Preu de Venta Estimad (S/Amort.)		164,91	€	
Preu de Venta Estimad (A/Amort.)		169,95	€	

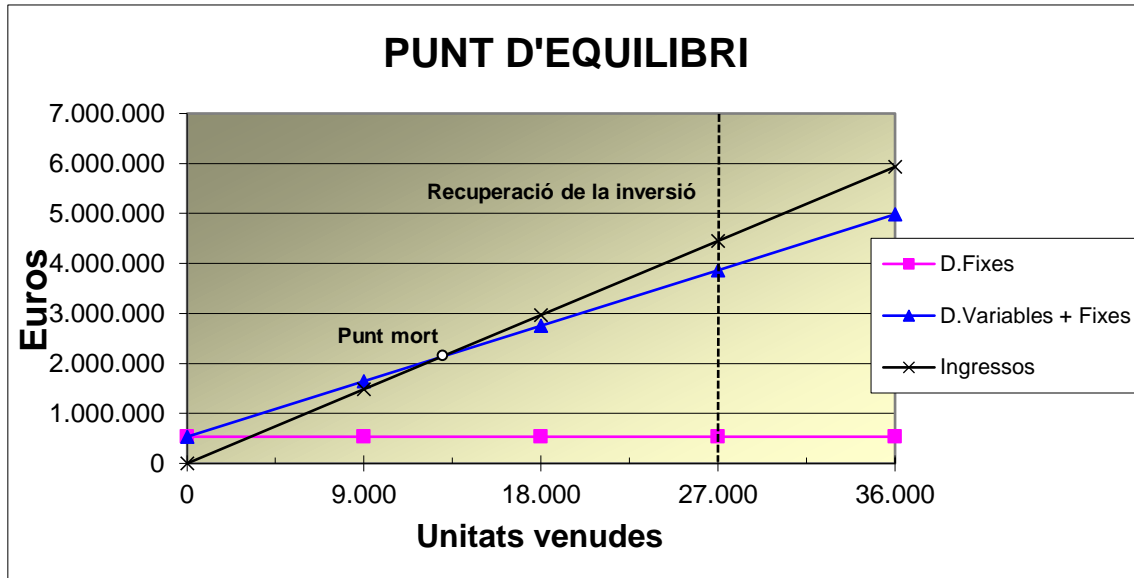
Per calcular el punt mort (o punt d'equilibri), es divideixen els costos fixes d'aquestes 26,650 unitats (19,79€ per unitat), per la diferencia entre el P.V.P. i el cost del producte, és a dir, el benefici obtingut a cada unitat venuda.

$$PM = \frac{(19,79 \times 26.650)}{(164,91 - 123,68)} = 527.390 - 41,23 = \mathbf{12.792 \text{ unitats}}$$

Estimant un volum de vendes d'aproximadament unes 9.000 unitats a l'any, la previsió d'ingressos, despeses i benefici a 5 anys vista quedaria relaxat a la següent taula:

Unitats venudes	0	9.000	18.000	27.000	36.000	Unidades
D.Fixes	527.390	527.390	527.390	527.390	527.390	€
D.Variables	0	1.113.159	2.226.318	3.339.477	4.452.637	
D.Variables + Fixes	527.390	1.640.549	2.753.708	3.866.868	4.980.027	
Ingressos	0	1.484.212	2.968.424	4.452.637	5.936.849	
Benefici	-527.390	-156.337	214.716	585.769	956.822	

Gràficament, representant també els punts on es trobarien el punt mort i el moment de la recuperació de la inversió inicial, s'observa que en una suposada comercialització del producte es trigaria un any i mig en assolir un volum d'ingressos igual que al de vendes i no seria fins al tercer any que l'empresa recuperaria la inversió inicial i començaria a ser viable, obtenint beneficis nets.



8.3. ESTRATÈGIES PER LA REDUCCIÓ DE COSTOS

Com s'ha vist a l'apartat anterior, el P.V.P. del producte es fixaria en 169,95€ però segons l'anàlisi feta en l'estudi de mercat i el mapa de posicionament, el producte hauria de costar al voltant del 120€ per posicionar-se per sota d'un producte com l'ELVARLI que, actualment, ofereix un preu lleugerament més alt però amb millors característiques modulares. Com s'aconsegueix això?

Per una banda, aquest producte estableix una base per a futures ampliacions de la gama de productes, una gama de productes que compartiran moltes de les peces ja dissenyades i per tant, el volum de compra de peces serà major. Amb això, no només s'aconseguirà reduir el preu unitari de cada peça, si no que es podran redissenyar algunes peces com l'eix, d'acer inoxidable, que actualment tenen un espessor totalment desproporcionat a la càrrega que han de suportar però que és el gruix mínim en stock que s'ha vist que tenen diferents proveïdors per a un volum baix de ventes. Amb un volum de ventes més alt i sobretot, constant, es pot demanar un gruix més proporcionat i reduir el cost de la peça en un 50%, que implicaria un estalvi de 3,5€ per peça i de casi 15€ en tot el producte.

A més, també es podrien canviar el material dels cargols DIN 7505-A, que es va determinar en un INOX A2 per afavorir la mateixa estètica entre l'ancoratge i el cap dels cargols al ser del mateix material, ja que aquest últims són vistos. Un cargol d'aquest tipus en INOX A2 actualment estaria costant 1,5€, i al haver-hi 6 per producte, 3 per cada ancoratge, això suposa uns 10€ al preu de cost del producte. Canviant aquests cargols per uns d'iguals però amb un acabat galvanitzat blanc, d'estètica similar a l'INOX A2, es redueix el preu de cada cargol a 0,0109 €, implicant un estalvi de 1,4€ per cargol i de casi 9€ de cost al producte final.

Per altre banda, també es pot plantejar la possibilitat de canviar el material de la balda, ara de fusta massissa, per un aglomerat o utilitzar contraxapat que, tot i que reduiria la qualitat del producte final, afavoriria una millor resistència al comptar, degut a la construcció del contraxapat, de diferents làmines de fusta col·locades en diferents direccions, eliminant la variabilitat de resistència de la fusta massissa, supeditada a la orientació de les fibres. Obtenint un valor resistiu més controlable, es podria dur a terme un anàlisi resistiu de la balda i intentar reduir els 30 mm de gruix actual. Amb això també es reduiria notablement els 5 kg de pes de cada balda, implicant en la necessitat de peces menys resistents o d'oferir al client una major càrrega per balda.

Amb només aquest tres canvis es podria reduir en 25 o 30€ el cost del producte, a més de poder reduir el preu final degut a la amortització de la inversió inicial. Amb això, el preu del producte podria baixar dels 170€ a uns 135€, un preu molt més adequat a la seva posició al mercat.

9. CONCLUSIONS

Amb l'assignació del preu de venda final del producte i amb l'estratègia d'ajust de costos definida es dona per finalitzar aquest projecte. Un projecte que tenia com a objectiu aconseguir portar una idea en fase conceptual a un producte complet, fabricable i amb un gran treball darrere per definir fins a l'últim detall.

El producte definitiu probablement se li podrien seguir trobant millores, probablement es podria optimitzar encara més, però després de veure amb perspectiva tota la feina realitzada, queda patent la gran evolució que ha patit el producte, aconseguint assolir els objectius marcats a l'inici del projecte.

El resultat obtingut es considera prou satisfactori, ja no només pel producte dissenyat, sinó per el sistema de muntatge del mateix, que assenta una base per nou desenvolupaments i no es descarta seguir treballant en ell en un futur per aconseguir obtenir la gama de productes que per falta de temps s'ha quedat en fase de proposta.

Satisfacció també per la gran quantitat d'aspectes de l'enginyeria que s'han hagut de treballar i aprendre per portar a terme aquest projecte, des de aspectes de disseny volumètric fins a aspectes econòmics, passant per temes mecànics i de resistència de materials. Afegir també la oportunitat d'haver treballat amb noves tecnologies emergents en el món del prototipatge com és la tecnologia d'impressió 3D i poder obtenir una maqueta no només estètica, sinó també funcional.

9.1. POSSIBLES MILLORES

Tal i com es comenta a les conclusions d'aquest projecte, el producte obtingut deixa moltes vies possibles de millora i en el transcurs del mateix han sorgit moments de decisió en els quals s'ha hagut d'optar per una solució o una altre i probablement també es podrien haver valorar moltes altres que no es van plantejar. Apart d'això, també han quedat moltes idees i propostes per desenvolupar, sobretot pel fet de necessitar el desenvolupament previ d'una base com el sistema de muntatge desenvolupat abans de plantejar cap altre producte de major complexitat que el treballat en aquest projecte.

D'aquestes citades idees, es vol deixar constància de les més importants per a futur desenvolupaments.

- Aconseguir una balda amb dos punts de suport i, per tant, connecti dos estructures verticals. És el pas previ per aconseguir estructures més grans.
- Dissenyar altres formes de balda per objectes més grans i peces que permetin subjectar altres objectes, com perxes per roba, paraigües, sabates o
- Desenvolupar una peça de fixació al terra o al sostre sense necessitat de perforar cap dels dos suports.
- A més de la rotació, millorar el sistema per aconseguir també la possibilitat de regulació en altura de les baldes sense necessitat de desmuntar i canviar peces.
- Com a objectiu final, aconseguir un producte que pugui utilitzar-se independentment de la paret i del sostre utilitzant un suport per al terra a mode de peus que permeti col·locar l'estructura a qualsevol lloc.

AGRAÏMENTS

No es pot deixar d'anomenar a totes aquelles persones que han fet possible que aquest projecte es pugui haver dut a terme, ja sigui per ajuda tècnica com moral.

- En primer lloc, a l'Ana Vilà, per tot el suport rebut, per les correccions i per tots els ànims, sobretot en aquells moments en els que no es veia el final.
- També a Joan Josep Aliau, tutor d'aquest projecte, per la paciència, per oferir la seva experiència, per els consells, per la implicació al projecte com si formés part del mateix i sobretot per aquelles respostes als dubtes que sorgien a quasi qualsevol hora, ja sigui en correus electrònics perfectament esquematitzats o en anotacions i esbossos en paper dignes d'emmarcar.
- A tots aquells companys que, en diferents assignatures al llarg del grau, han format part del disseny del concepte de partida d'aquest projecte, en especial a Ivan Ripoll, Nil Salvo, Marc Juan i Daniel Gavidia.
- A Meritxell Rodríguez, responsable de que la impressió en 3D de la maqueta es pugui haver dut a terme, utilitzant fins i tot la seva impressora personal.
- Per últim, a Gerard Collado, professor de la universitat, per l'ajuda rebuda amb la anàlisi resistiva.

BIBLIOGRAFIA

KTRM. *A guide to successful rapid manufacturing*. UK: Smithers Rapra. ISBN: 978-1-84735-769-4

Ribas Lagares, J. *Aprender CATIA V5 con ejercicios – Alámbricos y superficies*. Barcelona: Marcombo, S.A., 2013. ISBN: 978-84-267-1964-5

Ribas Lagares, J. *Aprender CATIA V5 con ejercicios. Diseño en contexto*. Segunda edición. Barcelona: Marcombo, S.A., 2012. ISBN: 978-84-267-1839-6

Torrecilla Insagurbe, E. *El gran libro de CATIA*. Segunda edición. Barcelona: Marcombo, S.A., 2012. ISBN: 978-84-267-1890-7

Vásquez Angulo, J.A. *Análisis y diseño de piezas con CATIA V5*. Segunda edición. Barcelona: Marcombo, S.A., 2012. ISBN: 978-84-267-1748-1